Beitrag zur Orographie des westschweizerischen Mittellandes

Versuch einer Flächengliederung

Inaugural-Dissertation

der philosophischen Fakultät I der Universität Bern
zur Erlangung der Doktorwürde

vorgelegt von

Max Kiener

von Hasle bei Burgdorf

1934

Druck der Polygraphischen Gesellschaft Laupen bei Bern

Beitrag zur Orographie des westschweizerischen Mittellandes

Versuch einer Flächengliederung

Inaugural-Dissertation

der philosophischen Fakultät I der Universität Bern
zur Erlangung der Doktorwürde

vorgelegt von

Max Kiener

von Hasle bei Burgdorf

1934

Druck der Polygraphischen Gesellschaft Laupen bei Bern

Von der philosophischen Fakultät I auf Antrag des Herrn Prof. Dr. Rudolf Zeller angenommen.

Bern, den 10. November 1933.

DER DEKAN:
Prof. Dr. Helmut de Boor.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Vorwort.

Auf Anregung des Herrn Professor Dr. Nussbaum habe ich im Jahre 1929 mit den Vorarbeiten für die nachstehende Arbeit begonnen. Herr Prof. Nussbaum hat am Fortschreiten der Studie regen Anteil genommen und er unterzog das Manuskript einer eingehenden Durchsicht. Ihm verdanke ich die Gliederung und Anordnung des Stoffes. Für die gründliche Einführung in das Studium der eiszeitlichen Vorgänge und Verhältnisse, für die stete Anteilnahme am Fortschreiten der Untersuchung, für seine Belehrungen und vielfachen wertvollen Ratschläge, die er mir zukommen liess, sowie für das mir stets bewiesene Wohlwollen bin ich ihm zu grossem Danke verpflichtet.

Ebenso danke ich ihm sowohl als auch Herrn Prof. Dr. Zeller für ihre Bemühungen bei der Drucklegung der Arbeit.

Inhaltsübersicht.

A. Einleitung 5
B. Beschreibung der Querprofile 7
C. Die Flächen:
Fläche IV 23
Fläche III 28
Fläche II 35
Fläche I 39
D. Angaben über das Gefälle der Flächen 41
E. Ueber die genetische Zugehörigkeit der Flächen 44
F. Zusammenfassung der Vorgänge während des Eiszeitalters . . . 51
G. Verzeichnis der benützten Literatur und der Karten 57

A. Einleitung.

Das westschweizerische Mittelland war schon zu verschiedenen Malen als Ganzes oder in seinen Teilen Gegenstand morphologischer Untersuchungen. Die umfassendste Arbeit dieser Art stellt Dr. E. Bärtschis «Das westschweizerische Mittelland, Versuch einer morphologischen Darstellung» (Lit. 7) dar.

In der vorliegenden Arbeit wurde das Ziel verfolgt, die Grossformen dieses Landesteiles zu untersuchen. Zum Schluss soll der Versuch gewagt werden, ihre Entstehung und chronologische Einordnung darzustellen.

Wenn wir aus der Gegend östlich Bern den Nordabfall des Gurtens betrachten, so muss jedem Beobachter seine grosse Steilheit auffallen. Diese Tatsache springt um so mehr ins Auge, als weiter gegen N keine auch nur annähernd gleich grosse Böschung zu erblicken ist. Aehnliche Steilhänge treffen wir aber noch an vielen Stellen des westschweizerischen Mittellandes, so am Frienisberg, am Mt. Vully, am Höhenzug zwischen Glâne und unterem Broyetal, stellenweise auch am Mt. Jorat und seinen Ausläufern, hier ganz besonders am Ufer des Neuenburgersees zwischen Yvonnand und Estavayer. Aus der Gegend von Hagneck lassen sich am Frienisberg sogar mehrere Stufen unterscheiden, die einen Fingerzeig geben für die Gliederung, die im gesamten Gebiet zu erwarten ist (Abb. 1). Daneben sind auch die vielen und z. T. sehr ausgedehnten Plateauflächen nicht zu übersehen. Endlich bilden die grossen Schwemmlandebenen und Seeflächen ein wichtiges Element der Landschaft.

Es galt also vorerst, zu versuchen, die Höhe der verschiedenen Plateaustücke und Ebenen zu vergleichen, ihre gegenseitige Abhängigkeit zu untersuchen. Dann sollte auch versucht werden, diese Flächenstücke im ganzen Untersuchungsgebiet zu verfolgen und wenn möglich gleichartige Teile miteinander in Beziehung zu setzen. Zu diesem Zwecke mussten auch die sie trennenden Steilböschungen verfolgt werden. Vorerst wurden daher auf Grund der Blätter des Topographischen Atlasses zwölf Querprofile vom Alpenrand zum Jurafuss gezogen. Sie sollten die genaueren Anhaltspunkte liefern, um an bestimmten Stellen die Grenzen der verschiedenen Niveaus feststellen zu können.

Nach Beginn dieser Untersuchung publizierte P. Gerber seine Studie über die «Freiburger Stufenlandschaft» (Lit. 30). Die geplante Arbeit konnte eine weitere Gliederung des untersten Niveaus jener Untersuchung bringen.

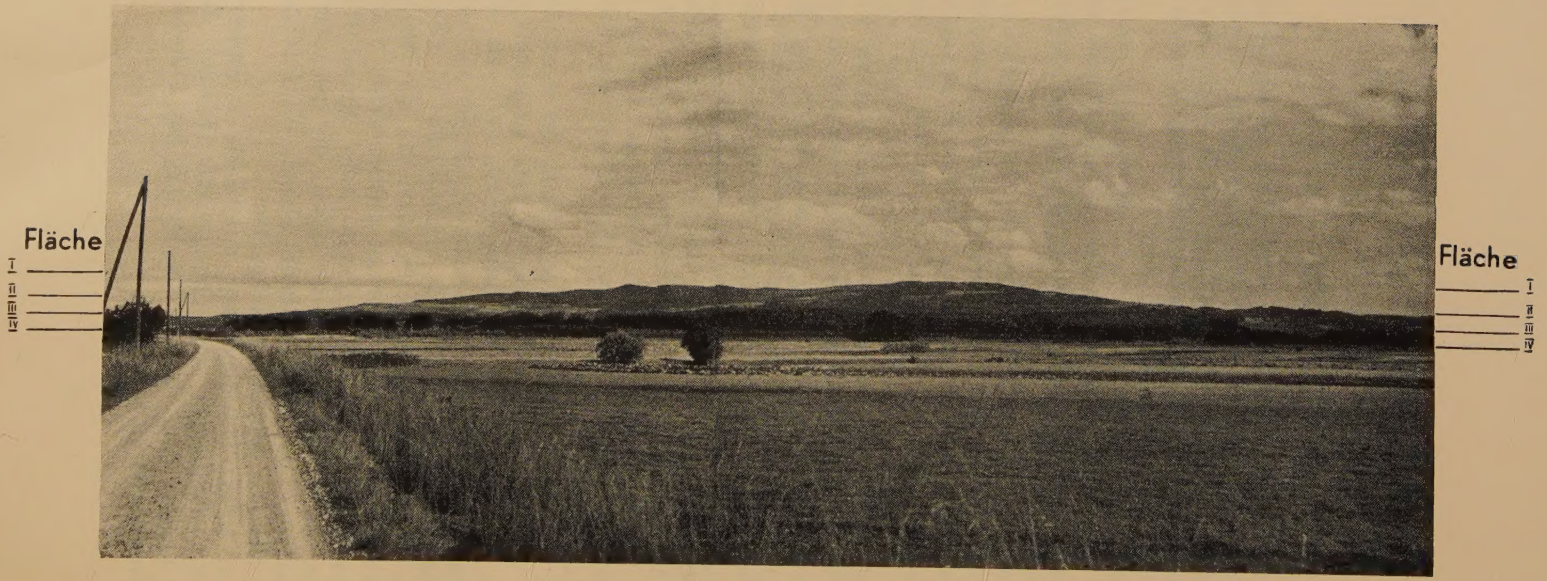


Abb. 1.

Der Frienisberg von N. Aus der Gegend von Hagneck sind an seinen Abhängen mehrere Terrassen in verschiedener Höhe festzustellen. Es lassen sich drei Niveaus erkennen. Niveau IV entspricht der Aufschüttungsebene (Erosionsbasis) im Seeland.

Für meine Untersuchung bildete Bärtschis Publikation eine sehr wichtige Vorarbeit, indem dort die vorhandene Literatur weitgehend gesammelt und verarbeitet ist und auch eine Fülle von Einzelbeobachtungen sich finden, die wertvolle Ergänzung und Kontrolle des eigenen Materials ermöglichten.

Erschwerend für die Studie ist das Fehlen genauer geologischer Aufnahmen fast im ganzen Untersuchungsgebiet, soweit es sich nicht um schmale Randzonen handelt. Wenn solche Aufnahmen einmal vorhanden sein werden, werden manche morphologische Fragen sicherer beantwortet werden können, als dies heute der Fall ist.

Während im Gebiete der Kantone Bern und Freiburg eine grössere Zahl morphologischer Untersuchungen ausgeführt wurden, fehlen solche im Waadtland gänzlich. Es ist zu hoffen, dass dort sich ebenfalls Forscher finden werden, die der Entstehung von Bodenformen ihr Interesse zuwenden werden.

B. Beschreibung der Querprofile.

Profil 1.

Das erste Profil beginnt in der Gegend von Vallorbe, quert das Längstal des Nozon und führt über Chalet devant und das Dorf Ferreyres ins Tal der Venoge, wo es seine tiefste Stelle in 450 m erreicht. Die Linie quert mehrere südnördlich gerichtete, niedrige Hügelketten und das Tal des Veyron nahe seiner Vereinigung mit der Venoge, sowie dasjenige eines weitern kleinen Seitenbaches (Ruisseau de Valangon), der sich aber nur geringfügig eingeschnitten hat.

Die ganze Juraabdachung weist eine schwache Bedeckung mit quartären Ablagerungen auf; vielerorts treten die Kreideschichten zutage, wie aus den Untersuchungen von Custer zu ersehen ist (Lit. 18). Sie fallen, wie aus dem Profil hervorgeht, mit der heutigen Landoberfläche schwach divergierend, gegen SO ein. Bevor das tiefe Tal der Venoge erreicht ist, werden sie von den ihnen auflagernden Schichten der untern Süsswassermolasse abgelöst. Diese steigen gleichfalls schwach gegen den Jura an und sind von der Landoberfläche geschnitten. Die durch sie gebildete Erhebung westlich des Venogetales weist eine Höhe von 530 m auf. Das Tal der Venoge zeigt hier eine ansehnliche Breite. Diese wird jedenfalls vom heutigen Fluss nicht beansprucht. Die Talhänge sind recht steil. Im Profil zeigt namentlich der östliche Hang eine steile Böschung. Im Verlauf des Tales ist die Steilheit des östlichen und westlichen Hanges stark wechselnd.

Oestlich des Tales treffen wir auf eine terrassierte Fläche, die in drei Stufen zum Jorat ansteigt. Die unterste Terrasse liegt in einer

Höhe von 520—550 m. Sie lässt sich südwärts weiter verfolgen und scheint an Breite eher zu gewinnen, während sie nach N abnimmt. Auf ihr finden wir ohne ersichtliche Ordnung hingestreut eine grosse Zahl von kleinen Hügeln. Diese zeigen eine Längs- und eine Querachse und sind SSW—NNO orientiert. Die Bäche haben sich nur am Rande der Fläche tiefer eingeschnitten, während sie sich auf den Terrassen nur unbedeutend eingetieft haben. Die mittelste Terrasse zeigt die grösste Ausdehnung. Sie liegt auf einer Höhe von 610—650 m. Sie zeigt gegen W eine schwache Neigung. Ihr sind ebenfalls die kleinen, länglichen Hügel aufgelagert, deren bedeutendste Höhen von 25—30 m erreichen. Auch am Rande dieser Fläche haben die Flüsse sich in die Böschung eingefressen, während sie auf der Terrasse selber keine nennenswerte Eintiefung zu erreichen vermochten.

Südöstlich des Dorfes Etagnières steigt die Landoberfläche plötzlich rascher an und erreicht bald die oberste Terrasse, deren mittlere Höhe auf etwa 700 m liegt. Die Profillinie erreicht diese Terrassenfläche beim Dorfe Morrens und beginnt unmittelbar südöstlich Cugy weiter anzusteigen, um im Jorat bald 850 m zu erreichen. Auch auf dieser dritten Terrasse finden sich die länglichen Hügel, obschon sie beim Betrachten der Siegfriedkarte weniger zahlreich erscheinen. Man erhält den Eindruck, dass ihre Höhe weniger bedeutend sei. Alle drei Terrassenflächen, sowie das Tal der Venoge erscheinen nach dem zur Verfügung stehenden geologischen Profil von Schardt (Lit. 65) in untere Süsswassermolasse eingearbeitet. Die sanft nach SW ansteigenden Molasseschichten werden durch die in gleicher Richtung gegen das Venogetal abfallende heutige Landoberfläche in spitzem Winkel geschnitten.

Ein rascher Anstieg führt gegen S auf die Höhe des Jorat. Die Profillinie führt südlich der höchsten Erhebungen durch und erreicht 800—880 m. Auffallend sind die breiten Formen dieser Flächen. Die höchsten Erhebungen des Jorat erreichen 920—930 m und sind durch Stufen von den nächst tieferen Flächen getrennt, welche eine ungleich grössere Ausdehnung besitzen. Die Ränder dieser Fläche sind durch Flüsse stark zerschnitten, während die Gewässer vor dem eigentlichen Abstieg zum tiefern Niveau kaum nennenswerte Eintiefungen zustande brachten. Nach O fällt die Linie ziemlich rasch gegen die Senke von Puidoux, die sie nördlich dieses Dorfes auf einer Höhe von 700—720 m quert.

Das geologische Profil von Schardt und die geologische Karte 1 : 100,000 zeigen, wie in den höchsten Partien des Jorat marine Molasse zutage tritt, die fast wagrecht gelagert, gegen W nur leicht ansteigt. Der Ostabfall und die Senke von Puidoux bestehen aus unterer Süsswassermolasse. Die tektonische Störungszone, die wir bei Savigny queren, scheint auf die Gestaltung der heutigen Landoberfläche keinen Einfluss ausgeübt zu haben. Ihre Lage

ist in dem genannten Profil von Schardt und in der Arbeit von Ritter über «Stratigraphie und Tektonik der kohleführenden Molasse zwischen Genfersee und Saanetal» dargestellt worden (Lit. 56).

Von Puidoux erfolgt ein rascher Anstieg zum Mont Pélerin, dessen höchste Erhebung in 1084 m liegt. Die Profillinie verläuft etwas nördlich dieses Gipfels. Von allen Seiten führt ein steiler Anstieg zur Höhe. Auffallend ist die ausgesprochene Terrassierung des Ostabfalles gegen die Senke von Attalens zu. Es lassen sich drei, stellenweise vier sehr ausgeprägte Terrassen unterscheiden, die durch Steilabfälle voneinander getrennt sind. Die Senke von Attalens liegt zwischen 700 und 800 m Meereshöhe. Sie fällt im S sehr steil ins Tal der Veveyse ab. Der Mt. Pélerin sowie der Untergrund der Senke bestehen nach Baumberger aus flach gelagerter Stampischer Nagelfluh, die westwärts leicht ansteigt (Lit. 8).

Oestlich der Veveyse treffen wir auf die breite Terrasse von St. Légier—Blonay, deren Höhe durchschnittlich auf 500—650 m liegt. Auch ihr Untergrund besteht aus Schichten stampischen Alters. (Die neueste Auffassung konnte in den Profilen nicht mehr berücksichtigt werden, weil sie im Zeitpunkt der Publikation von Baumbergers Untersuchung «Zur Tektonik und Altersbestimmung der Molasse am schweizerischen Alpennordrand» in Eclogae geol. helv., Dez. 1931, bereits auf ihre gewünschte Grösse reduziert waren. Die Profile wurden nach Schardt und Gagnebin gezeichnet.)

Die Profillinie steigt von dieser Terrasse zu den Jurakalk-Bergen des Mt. Cubly und von Caux auf. Die Linie trifft nicht ganz auf die höchsten Gipfel. Die Höhe des Mt. Cubly beträgt 1192 m. Die Höhen von Caux, des Mt. Cubly, des Mt. Pélerin und des Jorat lassen sich ohne Zwang durch eine Linie verbinden, die wenig von der Geraden abweicht.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass zwischen Venoge und Alpenrand drei Niveaus anzutreffen sind, die sich auf längere Ausdehnung immer wieder finden und eigentliche Abtragungsflächen darstellen. Die höchste Fläche (I) beginnt im Alpenrand bei Caux und Mt. Cubly in etwa 1140 m, führt über den Mt. Pélerin zum Jorat (930 m). Gegen W schliesst sich auf etwa 700 m eine weitere Fläche (II) an, auf der die Dörfer Cugy und Morrens liegen. In 650—600 m liegt die nächsttiefere Fläche (III). Als unterstes Niveau (IV) wäre die heutige Erosionsbasis anzusprechen. Im Profil 1 wird sie durch das zum Genfersee geneigte Tal der Venoge gebildet.

Profil 2.

Der zweite Schnitt beginnt an der französischen Grenze nordwestlich dem Dorfe Ballaigues. Die Linie fällt rasch in das tiefe Tal der Orbe oberhalb Les Clées, um sofort wieder auf die Höhe von 700 m bei Bretonnières anzusteigen. Weiter gegen O zeigt der Jurafuss eine sehr sanfte Böschung, im Vergleich zum steilen Anstieg in grösserer Höhe. In der untern Partie steigen die Kreideschichten, wie es im Profil zum Ausdruck kommt, sanft an, und sie zeigen hier eine geringe quartäre Bedeckung. Vielerorts tritt der nackte Fels zutage. Oberhalb Arnex wird die Kreide von unterer Süsswassermolasse überlagert. Diese Schichten tauchen nach O unter das Tal der Venoge ein, um auf der östlichen Seite wieder aufzusteigen, ohne dass aber die Kreide noch blossgelegt wäre. Diese Teile des Waadtländerjuras und seines Fusses hat Custer bearbeitet (Lit. 18). Arnold Heim und A. Hartmann stellen in ihren «Untersuchungen über die petrolführende Molasse der Schweiz» die geologischen Verhältnisse des Orbetales und des östlich anstossenden Geländes im Bereiche des Profiles 2 dar (Lit. 34).

Die Böschungen des Orbetales sind recht steile und ihre Höhe beträgt etwa 100—140 m. Die Talsohle ist breit und sumpfig, zeigt also nur ein schwaches Gefälle nordwärts zum Neuenburgersee.

Oestlich der Talung steigt die Profillinie auf eine auffallend breite und sehr wenig bewegte Fläche in 600—620 m Höhe an.

Auf ihr liegen die Orte Goumoëns-la-Ville und Echallens. Der Talent, hier schon ein bedeutendes Gewässer, hat sich in diese Fläche kaum eingeschnitten, ausgenommen an ihrem Rande, wo er offenbar sein Gefälle bis zur Orbe auszugleichen sucht. Diese Fläche besteht aus unterer Süsswassermolasse, die unter dem Jorat emporsteigt. Die heutige Landoberfläche schneidet ihre Schichten in spitzem Winkel.

Oestlich anschliessend treffen wir auf eine schmale Fläche, die zwischen 700 und 750 m Höhe liegt. Der Anstieg auf diese Höhe beginnt östlich Echallens. Auf diesem Niveau liegen die Dörfer Poliez-le-Grand und Poliez-le-Petit. Weiter östlich erreichen wir wieder die Jorathöhe auf über 800 m. Die Profillinie quert zwei Quellbäche der Mentue, den Ruisseau de Corcelles und die Bressonnaz beim Dörfchen Montpreveyres. Die Mentuebäche sind hier noch nicht eingeschnitten, während die Bressonnaz schon ein bedeutendes Tal zeigt. Auf der Ostseite des Jorat dehnt sich in 740 m eine gut feststellbare Terrasse aus, von der hinunter die Abdachung zur Talung von Palézieux geht. Die Jorathöhen werden von flachgelagerter mariner Molasse gebildet, während der Abstieg gegen Palézieux auf unterer Süsswassermolasse liegt, deren Schichten wieder steiler stehen, und die auf die marine Molasse aufgeschoben sind.

In der Senke von Palézieux treffen wir auf niedrige, längliche Hügel, die SSW—NNO orientiert sind. Nach Remaufens steigt das Profil erst leicht und dann steiler über den nördlichen Ausläufer des Mt. Vuarat an, der eine Höhe von 987 m erreicht. Bei Châtel-St. Denis wird die Veveyse überschritten und der Anstieg zu Folly und Mollard führt über Terrassenflächen in Kreide- und Flyschschichten in 1100—1200 m (Lit. 68).

Die in Profil 1 festgestellten Flächen lassen sich auch hier unterscheiden. Namentlich gut ausgebildet ist Fläche III, auf der Echallens und Goumoëns-la-Ville in 610—620 m liegen. Fläche II ist etwas schmaler, aber in 730 m noch erkennbar. Der Fläche I fehlen ausser dem Jorat die in Profil I angegebenen Stützpunkte. Die Jorathöhen zeigen sehr breite Rücken, die den Plateaucharakter der Erhebungen deutlich zur Schau tragen. Der Beginn der Fläche I am Alpenrand ist schwer festzustellen. Hingegen treffen wir zwischen 1000 und 1200 m terrassenartige Flächen an Folly und Mollard. Mit einer Verbindung dieser Terrassen über den Mt. Vuarat zum Jorat lässt sich Fläche I rekonstruieren.

Westlich der Venoge, am Jurafuss lassen sich Fortsetzungen der Flächen I—III vermuten. Die Ansätze sind aber schmal und nicht sehr ausgeprägt und daher nicht leicht eindeutig in die verschiedenen Niveaus einzugliedern.

Profil 3.

Das dritte Profil beginnt am Mt. Suchet. Der steile Abfall vom Jura führt bald auf eine Höhe von 720 m, wo der Abstieg einen kleinen Unterbruch erfährt. Wir treffen hier auf steil emporsteigende Kreideschichten.

In 620 m ist eine schmale Terrasse recht deutlich ausgebildet. Sie verliert gegen O rasch an Höhe und geht in eine tiefer gelegene Fläche in 520—480 m über, die sich ihrerseits bald gegen die Orbeebene absenkt. Diese liegt in 441 m Höhe in der Mitte, in 450 m am Rande. Das Juravorland besteht hier grossenteils aus langsam ansteigender unterer Süsswassermolasse (Lit. 34). Auf der Ostseite steigt das Land langsam auf die Höhe von 600 m an, sinkt dann wenig gegen den Buron ab und steigt darauf weiter auf 700 m an, um ein zweites Mal zur Sauteruz und Mentue abzusinken. Zwischen diesen zwei Flüssen finden wir die Fläche von Fey. Die Mentue bildet hier die Grenze eines untern Niveaus. Der Untergrund des Landes zwischen Orbetalung und Mentue besteht aus unterer Süsswassermolasse. Diese steigt von W her an und kulminiert etwa da, wo der Buron sein Tal hat. Sie sinkt dann gegen O und schiebt sich flach unter den Jorat (Lit. 34, 65).

Oestlich der Mentue erreichen wir die durch tiefe Täler voneinander getrennten Höhen des Jorat, die bis auf 720 und 780 m

ansteigen. Sie werden durch marine Molasse gebildet. Die in sie eingeschnittenen Täler sind Vförmig. Nachdem das Broyetal durchquert ist, steigen wir erneut auf 800 und mehr m an. Diese Höhe behält die Profillinie im allgemeinen bis zum Alpenfuss bei. Dabei wechselt die Gesteinsunterlage, indem die marine Molasse durch untere Süsswassermolasse abgelöst wird, bis diese unter die Flysch-, Kreide- und Juraschichten taucht. Das geologische Profil, nach den Untersuchungen von Gagnebin und Ritter gezeichnet (Lit. 68, 56), wäre nach der Publikation Baumbergers zu korrigieren (Lit. 8).

Die Betrachtung des Profils in der Gegend zwischen Broyetal und Niremont macht nicht den Eindruck, als ob tektonische Störungen grossen Einfluss auf die Oberflächengestaltung des Landes gehabt hätten.

Im Profil 3 sind die vier verschiedenen Flächen wieder herauszufinden. Fläche IV wird durch die breite Orbetalung gebildet. Fläche III lässt sich sowohl am Jurafuss, wie auch östlich der Orbe in 600 und 650 m feststellen. Sie hat sehr an Ausdehnung und Ausgeprägtheit abgenommen. Fläche II, in 660—700 m am Joratfuss, in 620 m am Jurafuss, ist gut erkennbar, ziemlich breit, wenn auch durch die Täler der Mentue und Sauteruz in ihrer Geschlossenheit gestört. Fläche I beginnt am Jorat in 770 m und erreicht am Fusse des Niremont etwa 950 m. Die Täler der Broye, des Carrouge und der Bressonnaz scheinen auch eine Erniedrigung der sie trennenden benachbarten Höhen bewirkt zu haben.

Profil 4.

Ausgangspunkt dieses Profils ist an der Aiguilles de Baulmes, ein Punkt nördlich des Dorfes Baulmes, auf einer Höhe von 1270 m bei Mont-de-Baulmes-dessus. Ein sehr steiler Abfall von der Jurakette führt auf die gut ausgeprägte Terrasse von Baulmes, die in 600—640 m liegt und sich südwest- und nordostwärts weiter verfolgen lässt. Wir treffen dann auf die ihr vorgelagerte Terrasse von Champvent, etwa 100 m tiefer in 540—500 m liegend. Sie zeigt beim Dorfe Champvent ein auffallend geringes Gefälle. Das Dorf liegt am äussersten Rande dieser Fläche. Der Abstieg gegen den Seitenarm des Orbetales trennt in auffallender Weise den Hügel, auf dem das Dorf Chamblon liegt, von den Terrassen des Jurarandes. Der höchste Punkt dieses Hügels erreicht 556 m. Die grössere Ausdehnung der Fläche von 540—530 m zeigt, dass das Niveau dieses Hügels sich ganz gut in dasjenige der Terrasse von Champvent einfügt.

Das geologische Profil von Rittener durch diese Gegend zeigt, dass die äussere Form des Hügels, der sich als Rundbuckel präsentiert, durch den Aufbau stark begünstigt, wenn nicht bedingt wird

(Lit. 55). Eine Aufwölbung von Kreideschichten bildet den Hügel, während die Terrasse von Champvent aus unterer Süsswassermolasse besteht. Gleichfalls hat die Molasse noch Anteil an der höher gelegenen Terrasse von Baulmes. An ihrem innern Rande besteht der Untergrund aus steil aufsteigenden Kreidekalken.

Oestlich der breiten Orbetalung ersteigt die Profillinie zunächst eine erste steile Böschung, worauf der Anstieg sich verlangsamt, ohne aber ganz aufzuhören. In der Gegend von Valeyres-sous-Ursins scheint der Ansatz einer Terrasse auf etwa 560 m Höhe zu suchen sein. Diese Niveaugleichheit lässt sich gegen O verfolgen. Das Dorf Pomy liegt auf ihr. Das Profil zeigt in 660 m bei Ursins eine Erhebung. Sie ist ein Ausläufer eines Hügels, der wenig südlicher 701 m erreicht. Aehnliche Hügel lassen sich gegen NNO feststellen. Sie zeigen Höhen von 632, 666, 663, 664 m. Ihre Längsachse weist in SSW-NNO- und SW-NO-Richtung.

Von dieser Hügelzone steigen wir in eine breite Talung, in welche Mentue und Sauteruz tiefe, sehr ausgeprägte Vförmige Täler eingeschnitten haben.

Oestlich dieser Flüsse steigt das Land rasch an, um beim Dorfe Thierrens die Höhe von 850 m zu erreichen. Zwischen diesem Anstieg, der zu den Joratausläufern emporführt und der Orbetalung sind die Landschaftsformen in die Schichten der untern Süsswassermolasse modelliert, welche flach unter den Jorathügeln emporsteigt.

Die Höhe von 800—860 m wird bei Thierrens durch eine Reihe von Hügeln erreicht. Sie ist also recht ausgeprägt. Rasch steigen wir von hier in die Mulde des Broyetales bei Moudon ab (Talsohle 512 m), um auf der andern Seite ebenso rasch wieder emporzusteigen. Die Erhebungen, die wir queren, steigen südwärts immer an von 740—950 m. Betrachten wir den Verlauf des Profils von Thierrens bis zu den Alpettes, so können wir zwei ausgeprägte, breite Einsenkungen feststellen. Die erste, weiter gespannte, scheint ihre tiefste Stelle in der Gegend des in sie eingetieften Broyetales zu haben. Die zweite, bedeutend schmalere am Alpenrand, zeigt am Rande des Gebirges die geringste Meereshöhe. Von der Mentue bis zum Kamm, der die zwei genannten grossen Eintiefungen trennt, können wir das Vorhandensein mariner Molasse feststellen. Sie ist sehr flach gelagert und wird im S durch untere Süsswassermolasse abgelöst, welche ihrerseits von den Flysch- und Kreideschichten der Préalpes überlagert werden. Die geologischen Verhältnisse dieser Gegend sind von Ritter, Gagnebin und Mauve untersucht und dargestellt worden (Lit. 56, 68, 39).

Wenn wir die vier Erosionsflächen auf diesem Profil feststellen wollen, so muss uns zuerst auffallen, dass sie ziemlich stark aufgelöst sind. Einheitlich in bezug auf die Höhenverhältnisse muss die Erosionsbasis — das Orbetal — gestaltet sein. Fläche III ist aufgelöst in vier Stücke, in eine ziemlich schmale Terrasse öst-

lich der Orbe vor dem Dorfe Ursins, die Terrassen im Tale der Mentue, in den Chamblon und die Terrasse von Champvent. Die Meereshöhe beträgt 560—540 m. Fläche II zeigt ebenfalls drei Stützpunkte. Einer befindet sich östlich der Mentue in etwa 640 m. Fläche I dehnt sich in 850 m bei Thierrens bis 950 m am Fusse der Alpettes. Die Höhen zwischen der Cerjaulaz, der Broye, dem Morlens und der Glâne erreichen das angegebene Niveau nicht mehr ganz.

Profil 5.

Am Mt. Aubert in 1280 m setzt das fünfte Profil ein. Sehr steil führt der Berghang auf 500 m Höhe herunter, wo eine schmale Terrasse bemerkbar ist. Eine zweite Verflachung können wir vom Dorfe Concise bis unter Wasser bei 425 m feststellen. Darauf fällt die Böschung rasch zur grössten Tiefe ab, um gegen S bedeutend langsamer wieder anzusteigen. Das Seebecken zeigt also hier eine asymmetrische Formung.

Vom Jura fallen die Kreideschichten sehr steil gegen S ein. Am westlichen Seeufer tritt untere Süsswassermolasse zutage und ebenso auf der Ostseite.

Am Ostufer des Sees treffen wir auf einen sehr flachen Strand, der plötzlich in einen auffallend steilen Anstieg von etwa 150 m Höhe übergeht. Wir treffen oberhalb der steilen Böschung sofort auf Höhen von 700 m. Einzelne Erhebungen, die diese 700 und mehr m erreichen, finden wir bis zum Rand der Broyemulde. Sie zeigen alle eine sehr ausgeprägte Längserstreckung von SW nach NO. Dazwischen liegt das Land 30—50 m tiefer. Wo grössere Bäche fliessen, sind die Höhenunterschiede viel bedeutender. Oestlich der Broye setzt sich die Landschaft in ähnlicher Weise bis zum Alpenfuss fort. Die Täler scheinen hier weniger tief eingeschnitten. Das Tal der Glâne ist eine ziemlich flache Einsenkung in der Landoberfläche. Dieses Tal und das dem Alpenfuss folgende obere «Broyetal» treten im Profil nur wenig in Erscheinung. Dagegen finden wir immer noch längliche Hügel, deren Achsen z. T. von SSW nach NNO laufen, die teilweise aber SW—NO gerichtet sind.

Wenn wir die von diesem Profil geschnittenen Höhen durch eine Linie verbinden, so zeigt diese ein schwaches Gefälle vom Alpenfuss zum Jurafuss hin. Auffallend ist die ausgesprochene Flachheit der Bodenformen am Fusse der Alpettes. Es lassen sich Talungen nur schwer feststellen. Diese Tatsache rührt z. T. davon her, dass die Profillinie hier einer Depression folgt, d. h. es werden durch sie die an und für sich nur wenig bedeutenden Höhen der Fläche I nur gestreift.

Vom Neuenburgersee weg bis östlich Vuisternens-devant-Romont finden wir als Gestein immer marine Molasse. Hier wird

sie abgelöst von unterer Süsswassermolasse, die am Fusse der Alpettes unter die Flyschschichten taucht (Lit. 56, 68, 39, 8).

In diesem fünften Profil fällt die Tatsache auf, dass sich ausser der Erosionsbasis nur zwei der bisher festgestellten Niveaus konstatieren lassen, nämlich die Flächen I und II. Diese zwei Niveaus sind überall in ihrem Wechsel durch sanfte Böschungen voneinander getrennt. Die allgemeine Abdachung vom Alpenrand zum Jura ist eine gleichmässige.

Profil 6.

Mit dem interessanten Kessel des Creux du Van beginnt dieses Profil im W. Es steigt aus über 1400 m sehr rasch südostwärts zum See ab. Bei St. Aubin vermag sich in einer Höhe von 560 bis 530 m eine, wenn auch geringe Verflachung bemerkbar zu machen. Auch am Strand zeigt sich eine Verflachung in 460—440 m. Von dieser Höhe finden wir einen raschen Abstieg der Landoberfläche bis auf 290 m. Bis auf 350 m steigt der Seeboden gegen O recht rasch an, um dann die letzten 80 m Steigung langsamer zu überwinden. Dies ergibt eine Zweiteilung des Seebeckens in ein tieferes Stück am Jurarand und einen seichteren Teil mit flacherem Seeboden gegen Estavayer zu.

Am Jurarand kommt an dieser Stelle keine Molasse mehr zum Vorschein.

Südostwärts ersteigt das Profil zunächst die Falaises bei Estavayer, verläuft nachher aber ausserordentlich flach und erreicht nur Höhen von 500 und 550 m. Die Höhen, die einem Niveau von 700 und 600 m entsprechen, erscheinen wie abgeschnitten. Ganz unvermittelt gelangen wir, von ihnen heruntersteigend, auf ein 100 bis 200 m tieferes Niveau.

Südöstlich streicht dieser Hügelzone das breite Broyetal entlang, dessen Sohle bei Granges-sous-Trey auf 460 m liegt. Vom Ufer des Neuenburgersees bis zum östlichen Rand des Broyetales treffen wir flach gelagerte untere Süsswassermolasse. Vom Broyetal führt ein Steilanstieg auf die Höhe von Trey (570 m). Eine schmale Terrasse wird gefolgt von neuem Ansteigen bis auf 730 m bei Châtonnaye und 800 m bei Villarimboud. Ein Abstieg in die Täler der Glâne und Neirigue führt auf 690 und 675 m hinunter. Von hier steigt die Landoberfläche gegen den Mt. Gibloux an und erreicht dort mehr als 1200 m Höhe. Das Profil bleibt 100 m unter der höchsten Erhebung. Der Mt. Gibloux ist ein breiter Berg, dessen Gipfelpartien flach sind, der sanft aus dem Tal der Neirigue ansteigt und südostwärts ins Becken von Bulle abfällt.

Vom Rande des Broyetales bis über den Gipfel des Mt. Gibloux besteht der Untergrund aus mariner Molasse in flacher Lagerung. Sie wird gegen O zu von steil aufsteigender unterer Süsswasser-

molasse abgelöst. Dieser folgt wahrscheinlich Flysch und dann treffen wir steil emporsteigende Jurakalke, aus denen zur Hauptsache auch die Dent de Broc besteht (Lit. 12).

Die Niveauflächen lassen sich in diesem Profil z. T. recht deutlich feststellen. Fläche IV wird durch den Spiegel des Neuenburgersees und die Broyeebene gebildet. Fläche III liegt in etwa 500 m Höhe. Zu ihr gehört hauptsächlich die niedrige Hügelzone zwischen Neuenburgersee und Broyetal. Die schmale Verflachung des Juraabstieges oberhalb St. Aubin wäre vielleicht auch hierher zu rechnen. Fläche II ist westlich des Mt. Gibloux im Becken von Farvagny festzustellen. Auch die Ränder des Beckens von Bulle sind ihm zuzurechnen. In etwa 730 m und höher liegen die einzelnen Stücke der Fläche I. Sie wird in diesem Profil durch die Täler der Glâne, der Neirigue und der Saane stark gegliedert. Die Gipfelpartie des Mt. Gibloux ragt beträchtlich über die übrigen ihr angehörenden Erhebungen empor.

Profil 7.

Das Profil 7 beginnt in einer Höhe von 1200 m oberhalb Rochefort. Dieses Dorf liegt in 760—780 m auf einer Art Terrasse, welche aber am äussern Rande eine wallartige neue Erhebung zeigt, so dass sich eine Muldenform ergibt. Die geologischen Profile von Ernst Frei bestätigen diese Vermutung (Lit. 21). Ueber Chambrelien führt das Profil gegen das Bett der Areuse durch das Dorf Boudry. Kleine Ansätze von Terrassen treffen wir in 630 m. Sie lassen sich ostwärts in etwa 650 m weiter verfolgen. Wenn diese Verflachungen nur unbedeutend sind, so dehnen sich dafür bei Colombier, Boudry und Bevaix sehr ansehnliche Flächen in 500 m Höhe aus (Planeyse bei Colombier, Les Sagnes und Place d'Armes zwischen Boudry und Bevaix). Diese Flächen sind sehr auffallend. Ihnen vorgelagert finden wir das Delta der Areuse ziemlich genau 50 m tiefer gelegen.

Das geologische Profil zeigt, dass die «Terrasse» von Rochefort tektonisch bedingt ist. Der Steilabfall bis auf 500 m schneidet die noch steiler emporstrebenden Kreideschichten. Die Flächen in 500 m Höhe sind in untere Süsswassermolasse gearbeitet (Lit. 21).

Der Weiterverlauf des Profils zeigt, wie gerade vor der «Ebene» von Boudry-Colombier, durch eine Erhebung auf dem Seeboden, der See in der Längsrichtung in zwei ungleiche Becken geteilt wird. Das juranähere hat eine grösste Tiefe von 279 m. Das andere stellt sich als gegen NO, der Seerichtung entsprechend fallendes Tal dar, welches sich von der unterseeischen Terrasse her, die wir in Profil 6 getroffen, entwickelt. Der höchste Punkt des dazwischenliegenden Hügels erreicht 424 m. Er gelangt also bis etwa 8 m unter den Seespiegel. Dieser Hügel zeigt gegen NO eine steile Böschung. Gegen SO steigt die Profillinie bald aus dem See auf, und wir gelangen in

die Hügelzone, die sich zwischen Neuenburgersee und Broyetalung hinzieht. An dieser Stelle ist sie besonders niedrig. Nur einige Hügel erreichen noch knapp 500 m Höhe. 50 m tiefer liegt das breite Broyetal, an dessen Südostrand bei Payerne und Corcelles nochmals eine Hügelzone anschliesst, die 500 m wenig übersteigt. Sie wird in der gleichen Richtung von Hügeln abgelöst, die wir nach Ueberwindung steiler Böschungen erreichen, und die in 600—650 m liegen.

Die Hügel der beiden Niveaus (500 und 650 m) bestehen aus unterer Süsswassermolasse, die, flach gelagert, sich unter die Erhebungen einer folgenden Höhenzone hinunterschiebt.

Diese nächstfolgenden Höhen liegen auf 750 m und sie behalten dieses Niveau bis zur Combert bei. Die gleichförmige Höhe, die durch die Täler der Glâne und Saane keine wesentliche Störung erfährt, da diese dazu zu schmal sind, ist eine auffallende Erscheinung. Die Combert, mit ihren fast 1100 m Höhe präsentiert sich ebenfalls als bemerkenswerte Erscheinung in diesem Profil. Auffallend ist auch die breite, trogförmige Talung, die sie von der Berra trennt. Diese ganze höhere Zone besteht aus flach gelagerter mariner Molasse, welche in den Fusspartien der Berra durch steil emporsteigende untere Süsswassermolasse überlagert wird. Der Flysch legt sich diskordant über die Molasse. Die geologischen Verhältnisse sind durch die Untersuchungen von Tercier im Gebiet der Berra klargelegt (Lit. 67).

Nur 50—60 m über der Erosionsbasis treffen wir die sehr flachen und recht ausgedehnten Stücke der Fläche III. Zu ihr müssen wir sicher die Flächen von Boudry-Colombier zählen. Diesem Niveau gehören auch die Hügel zwischen Neuenburgersee und Broyetal und diejenigen östlich Corcelles an, soweit sie 500 m nicht wesentlich übersteigen. Fläche II ist hier nur wenig ausgebildet, aber doch erkennbar. Fläche I setzt in 760 m ein und steigt langsam und gleichmässig zum Fusse der Combert, um von hier rascher gegen die Berra anzusteigen. Die Combert ragt so hoch empor, dass es kaum möglich ist, die Erhebung in dieses Niveau einzufügen.

Profil 8.

Dieser Schnitt beginnt im Jura zwischen Neuenburg und Serrières. Er trifft auf das schluchtartige Tal des Seyon. Die Terrasse, die sich östlich davon in 650—680 m ausdehnt, wird nicht berührt.

Auf der Westseite des Sees treffen wir steil aufgerichtete Kreideschichten, die, vom Seeufer aufsteigend, den Jurakalken aufgelagert sind.

Der See zeigt hier noch eine bedeutende Tiefe. Die Böschungen sind beidseitig ziemlich gleichmässig. Der Seeboden steigt nordostwärts sehr rasch an. Eine grössere Strecke liegt er gegen sein unteres Ende knapp 10 m und weniger unter dem Wasserspiegel.

Von einer Zweiteilung des Sees ist hier keine Spur mehr zu finden. Am Südostufer lässt sich kaum noch eine Seeterrasse verfolgen. Dagegen sind hier die Falaises sehr kräftig ausgebildet. Sie erreichen eine Höhe von etwa 50 m. Die Hügelzone zwischen Neuenburgersee und Broyetal erreicht etwa 520 m Höhe. Eine einzelne Erhebung — La Côte au Moine im Bois de Charmontel — steigt bis auf 594 m an. Auch gegen das Broyetal ist die Böschung eine recht kräftige. Auf der Südostseite treffen wir ebenfalls auf die niedrige Hügelzone, die hier Höhen von 510 und 520 m erreicht.

Im Bois de Châtel treffen wir aber schon auf 633 m und von hier steigen die Erhebungen langsam und gleichmässig auf 710, 740, 760, 800 m an, um dann im letzten Stück rascher grössere Höhen — über 1000 m — zu erreichen.

Vom Seeufer bis etwas südlich des Dorfes Misery besteht der Untergrund aus flach gelagerter unterer Süsswassermolasse. Einzig die obersten Partien der Côte au Moine und des Bois de Châtel bestehen aus mariner Molasse. Südlich des angegebenen Punktes liegt die untere Süsswassermolasse unter ebenfalls flach lagernder mariner Molasse, die wir bis zum Fusse der Gipsfluh verfolgen können, wo sie von unterer Süsswassermolasse überlagert wird, die ihrerseits unter dem Flysch emportaucht (Lit. 67).

Fläche IV wird wiederum durch den Spiegel des Neuenburgersees und die breite Broyetalsohle gebildet. Fläche III ist in diesem Profil noch in einigen Spuren anzutreffen. Dazu gehören die Hügel zwischen Neuenburgersee und Broyetal und die Erhebungen entsprechender Höhe bei Avenches, sowie möglicherweise Verflachungen im Juraabfall bei Serrières. Darüber empor ragt die Côte au Moine, die wir ohne Zwang in die nächstfolgende Fläche II einordnen können. Dieses Niveau reicht bis westlich des Tales der Sonnaz, wo die ersten Stücklein der Fläche I zu treffen sind. Die Profillinie quert zur Hauptsache Gebiete, die wir Fläche II zuordnen müssen. Die genaue Abgrenzung zwischen den zwei Höhen ist häufig sehr schwer zu machen. Am Hang der Berra trifft der Querschnitt sicher noch Fläche I.

Profil 9.

Im W beginnt dieses Profil am Chaumont. Ein rascher Abstieg führt auf eine Höhe von 570 m, wo wir auf eine recht gut erkennbare Terrasse stossen. Wir können sie südwärts nach Hauterive und La Coudre verfolgen und ebenso gegen NO. In dieser Richtung steigt sie aber beträchtlich an. In 490 m treffen wir ebenfalls auf eine Verflachung. Diese lässt nach der Karte in keiner Richtung Zusammenhänge erkennen. Dieser steile Abfall besteht aus stark ansteigenden Kreideschichten.

Bei St. Blaise und Marin befinden wir uns in 460—470 m Höhe. Das Profil schneidet noch die südöstliche Ecke des Neuenburgersees

von Préfargier zur Broyemündung. Es lässt sich hier kaum noch eine Depression erkennen. Nach dem Gefälle ist es auch nicht möglich, den Uebergang vom See auf das Land anzugeben. Wir treffen, uns gegen O wendend, auf den Mt. Vully, der bis auf 656 m emporragt und sehr steil vom Niveau des Neuenburgerseespiegels emporsteigt. Ebenso steil ist der Abfall zum Murtensee, dessen tiefster Punkt auf 387 m liegt. Der Anstieg von hier gegen die Hügel auf der Ostseite des Sees ist sehr flach. Diese Hügel erreichen Höhen von 500 bis 520 m.

Vom Jurafuss bis zu diesem Punkte südlich Murten besteht der Untergrund aus unterer Süsswassermolasse. Eine Ausnahme bildet die höchste Partie des Mt. Vully, die aus mariner Molasse besteht (Lit. 62).

Im Bois de Bouley erreichen wir plötzlich 620 m, eine Höhe, die die Erhebungen gegen S beibehalten. Einzelne Hügel erreichen bis 670 und 690 m. Diese zeigen alle einen länglichen Grundriss, und sie sind im allgemeinen von SW nach NO orientiert. Gegen S nimmt die durchschnittliche Höhe dieser Hügel zu. Bei Tafers erreicht einer bereits 780 m. Dieses Niveau wird von den südlicher gelegenen Hügeln nach und nach erhöht. Bei Tafers können wir daher einen Anstieg des allgemeinen Niveaus der Hügel um etwa 100 m feststellen. Der Anstieg wird bald steiler. Höhen von 900 m treten bei Rechthalten auf. Das Oberholz mit seinen 1033 m überragt alle umliegenden Hügel bedeutend, steht aber doch weniger isoliert, als die näher der Saane gelegene Combert. Einem Abstieg in die breite Senke zwischen Plasselb und Plaffeien folgt der rasche Anstieg zum Schweinsberg.

Vom Bois de Bouley bis in die Talung von Gansmatt besteht das Land aus mariner Molasse, die zuerst flach gelagert gegen S unter die diskordant daraufliegende untere Süsswassermolasse taucht. Ueber der untern Süsswassermolasse lagert Flysch (Lit. 67).

In Profil 9 ist Fläche IV durch dieselben Landesteile dargestellt, wie in den vorigen Querschnitten. Fläche III zeigt hier ebenfalls drei Stützpunkte. Der eine ist am Jurarand, sehr schmal und nicht mit Bestimmtheit festzustellen. Am Mt. Vully treffen wir auf Höhen, die in entsprechendem Niveau gelegen sind, wie auf einem schmalen Streifen östlich des Murtensees. In 620 m setzt hier die Fläche II ein, die gegen Tafers bis auf 660 m ansteigt. In sie ist die Saane eingeschnitten. Fläche I beginnt östlich Tafers mit einer Erhebung von 780 m. Sie steigt gegen den Schweinsberg bis auf etwa 1100 m an.

Profil 10.

Profil 10 beginnt oberhalb Cressier und quert zuerst die Ebene der Zihl, um nachher steil zum Jolimont anzusteigen. Die grösste Höhe dieses Hügels beträgt 604 m. Seine Böschungen zeigen ähn-

liche Steilheit wie die des Mt. Vully. Wie dieser ist er oben abgeflacht. Am obern Ende hat er seine höchste Höhe. In gerader Fortsetzung zu seiner Längsachse finden wir im Bielersee Heideweg und Insel. Eine breite Talung, die auf etwa 450 m hinabreicht, trennt den Jolimont von den südlich davon sich ziemlich parallel zu ihm hinziehenden Hügeln, die weiter ostwärts die Namen Grossholz und Budlei tragen. An ihrem Südwestabfall trifft das Profil diese Hügel da, wo das Dorf Ins sich an sie lehnt. Bei Müntschemier treffen wir in die Ebene des Grossen Mooses und queren sie in der Richtung gegen Ried und Laupen. Das Grosse Moos dehnt sich hier auf einer Höhe von 436—438 m. Die südlich anschliessenden Hügel reichen bis 540 und 550 m hinauf. Westlich Ulmiz und Gempenach sind sie aber höher. Im Murtenwald treffen wir auf Erhebungen von 570 und 580 m. Im Galmwald finden sich einzelne Hügel von 590 und 600 m Höhe. Auf der Südseite der Saane steigt das Land langsam aber stetig an. Südlich der Taferna erreicht es bereits grössere Höhen.

Vom Jurarand, wo der Abfall durch Kreideschichten gebildet wird, bis zur Taferna haben wir mit zwei Ausnahmen nur flach gelagerte untere Süsswassermolasse getroffen. Diese zwei Stellen sind am Jolimont und am Grossholz bei Ins. Die Lagerung der Molasse ist eine flache, jedoch stimmt sie nicht mit der heutigen Landoberfläche überein, sondern wird von dieser in spitzem Winkel geschnitten.

Wenn wir von der Taferna zur Sense keine Aenderung im allgemeinen Niveau der Erhebungen feststellen können, so rührt das davon her, dass das Profil zwischen mehreren Hügeln durchführt, die bis 820, 830, sogar 870 m hinaufreichen. Diese Hügel ragen also durchschnittlich etwa 100 m höher empor, als diejenigen der eben verlassenen Zone von Heitenried nord- und nordwestwärts. Wir bewegen uns weiter gegen S auf etwa 900 m bis zum Anstieg gegen den Schwendelberg. Von ihm steigen wir steil hinunter gegen Riffenmatt, um nach erneutem Anstieg auf die Pfeife zu gelangen.

Von der Taferna südwärts besteht das Anstehende aus mariner Molasse, die gegen S einfällt und auf welcher bei Riffenmatt untere Süsswassermolasse auflagert, die ihrerseits unter dem Flysch der Pfeife emporsteigt (Lit. 67, 26, 29).

Fläche IV wird durch die Ebenen der Zihl und des Grossen Mooses gebildet. Fläche III ist in diesem Profil sehr weit ausgedehnt. Sie reicht vom Jurarand bis an die Saane bei Laupen. Der Jolimont erreicht in seinem östlichen Teil 560 m und die Erhebungen bei Ins ragen bis 540 m empor. Bei Gempenach gelangen wir ebenfalls auf 540 m. Am Rande des Saanetals sind es 530 m. Ueber diesem Niveau setzt östlich der Saane in 590 m Fläche II ein, die bis in die Gegend von Heitenried reicht und dort bis auf 750 m gelangt. Daran schliesst gegen den Alpenrand zu Fläche I an. Bei

Heitenried westlich der Sense finden wir Erhebungen bis 870 m Höhe. Aus dieser Höhe steigt die Fläche I zuerst langsam und dann ziemlich rasch gegen die Pfeife bis auf etwa 1100 m an.

Profil 11.

Ueber die breite Mulde von Nods und Lignières, den Steilabfall bis Neuenstadt und eine Terrasse in 460—480 m treffen wir in das nördliche Becken des obern Bielersees. Die tiefste Seestelle liegt hier auf 395 m. Das südliche Becken ist tiefer, indem wir hier bis auf 379 m gelangen. Im südlich anschliessenden Hügelzug der Budlei und des Grossholzes erreicht das Profil 530 und 560 m Höhe. Westlich dieser Linie treffen wir aber Erhebungen von 550 und 595 m. Diese ragen gut 100 m höher empor, als die südlich davor liegenden Hügel bei Treiten und Finsterhennen. Ebenso reichen die Hügel zwischen Kerzers und der Saane im allgemeinen nur knapp an die 500 m heran. Hingegen finden wir östlich unseres Profils Erhebungen, die bis 550 und 560 m hoch sind. Das Profil scheint hier auf eine Art Depression zu treffen.

Sofort ändert das Niveau, wenn wir östlich der Saane bei Gümmenen auf die Höhe des Forstplateaus emporsteigen. Das Profil trifft hier auf Höhen von 630 m. Weiter östlich treffen wir aber Hügel, die 650 und 670 m hoch sind. Diese Hügel haben ovalen Grundriss und ihre Längsachsen verlaufen meist WSW—ONO.

Nachdem wir bei Neuenegg und Flamatt das breite Sensetal überquert haben, steigt die Profillinie zunächst auf 650 m, dann auf 700 m an, um nördlich Albligen rasch auf 800 m emporzuklettern. Dieses höhere Niveau setzt sich über Lanzenhäusern, Elisried bis Rüschegg fort, um von hier ziemlich steil gegen die Schüpfefluh emporzusteigen. Dabei werden einzelne Arme der Fläche II gequert. Dieser letzte Anstieg erfährt einen Unterbruch in einer Verflachung, die in etwa 1100 m beginnt und auch weiter west- und ostwärts verfolgbar ist. Das Gurnigelbad liegt auf gleicher Höhe.

Die geologischen Verhältnisse sind von denen der andern Profile nicht wesentlich verschieden. Vom Jurafuss bis Flamatt bildet die untere Süsswassermolasse die Unterlage. In der Budlei und im Grossholz südlich des Bielersees bildet sie eine Synklinale. Die höchsten Partien des Grossholzes bestehen aber aus mariner Molasse. Von Kerzers bis Flamatt können wir ein flaches Einfallen der Schichten gegen S feststellen. Ebenso zeigt die marine Molasse, die von hier an auftritt, eine Schichtneigung gegen S. Sie wird etwas südlich Rüschegg durch steil emporsteigende untere Süsswassermolasse abgelöst, auf der die Flyschschichten der Schüpfefluh diskordant auflagern.

Die vier Niveaus lassen sich auf diesem Profil klar unterscheiden. Fläche IV wird durch den Bielersee und das Grosse Moos ge-

bildet. Fläche III treffen wir zwischen Bielersee und dem Grossen Moos in der Budlei und zwischen Kerzers und dem Saanetal bei Gümmenen. Diese Erhebungen liegen zwischen 500 und 560 m. Oestlich der Saane zeigt das Forstplateau Höhen von 620—670 m. Sie gehören zu Fläche II, die sich vom Saanetal über die Sense bei Flamatt ausdehnt bis auf ein Niveau, das diesen Erhebungen in der Nähe des Sensecañons bei Lanzenhäusern entspricht. Noch westlich der Sense beginnt in einer Erhebung von etwa 800 m Fläche I, die sich in verschiedenen Bergen gegen die Schüpfefluh zu verfolgen lässt. Hier erreicht sie eine Höhe von etwa 1100 m.

Profil 12.

Am Chasseral bei Orvin beginnt das Profil 12, führt über die Mulde gegen Macolin und zum See hinunter. Die Oberflächenformen dieses ersten Stückes sind durch den tektonischen Bau bedingt, was die Profile von Ryniker in seiner Arbeit über die «Geologie der Seekette zwischen Biel und Ligerz» deutlich zeigt (Lit. 58).

Wir treffen auf die bei Vingelz sehr flache Wanne des Bielersees. Im Profil lässt sich kaum noch eine Seetiefe herausbringen. Bis gegen das Dorf Ipsach ist eine moosige Ebene zu überqueren, bevor wir gegen Bellmund ansteigen. Das Profil erreicht zwar nur 520 m Höhe, jedoch nur wenig östlich erhebt sich der Jensberg auf 600 m. Er zeigt ebenso steile Böschungen wie die andern ähnlichen Hügel des Seegebietes. Er steigt nördlich Worben unvermittelt aus der Ebene empor, um nordwärts flach abzufallen. Nachdem wir das Grosse Moos schräg überquert haben, erreichen wir östlich Aarberg wieder Hügelland. Dieses zeigt zunächst Höhen von 550 und 560 m. Die Hügelkämme sind vorwiegend SW—NO orientiert. Bei Baggwil und Ruchwil können wir Höhen von etwa 620 m feststellen. Von hier steigt das Land um 200 m auf über 800 m an, um auf der Südseite des Frienisberges bald wieder um den gleichen Betrag zu fallen. Die Höhen von Säriswil, Murzelen und Möriswil bewegen sich zwischen 610 und 650 m. Die Erhebung bei Frauenkappelen liegt ziemlich gleich hoch. Ebenso treffen wir auf dem Könizberg und den umliegenden Hügeln auf ähnliche Beträge. Diese Höhe bleibt sich gleich, bis von Schliern plötzlich ein steiler Anstieg zum Ulmizberg auf 934 m führt. Bis zur Giebelegg treffen wir auf Höhen von fast gleichem Betrag, die durch bedeutende Eintiefungen voneinander getrennt sind. Diese Höhen lassen sich durch eine Gerade verbinden, deren Verlängerung gegen N den Gipfel des Frienisberges streift, und die im S am Gurnigel auf etwas über 1100 m ihren Anfang nimmt.

Die Mulde von Orvin ist tektonisch bedingt. Die höchsten Partien der Seekette bestehen aus Malm. Der Südfuss wird durch

steil aufsteigende Kreide gebildet (Lit. 58). Auf diese folgen gegen S gleichgerichtete Schichten der untern Süsswassermolasse, welche ihrerseits am Jensberg durch marine Molasse überlagert wird. Quer durch das Seeland wechseln Antiklinalen und Synklinalen. Ein Profil von Heim und Hartmann zeigt diesen Wechsel (Lit. 34). Eine Synklinale bilden die Schichten der untern Süsswassermolasse und der marinen Molasse am Frienisberg. Dessen oberste Partien bestehen aus mariner Molasse. Die Talung zwischen dieser Höhe und dem Ulmizberg ist in die untere Süsswassermolasse gearbeitet, welche hier gegen S einfällt. Vom Ulmizberg südwärts treffen wir marine Molasse, die eine flache Synklinale bildet. In der Gegend von Riggisberg treffen wir auf eine flache Aufwölbung der Schichten. Ihr Südschenkel taucht südlich der Giebelegg unter die hier steil aufsteigende untere Süsswassermolasse, welche am Gurnigel von Flysch diskordant überlagert wird (Lit. 29).

Die vier Niveaus lassen sich auch in diesem Profil feststellen. Die heutige Erosionsbasis ist breit und gut sichtbar. Zu Fläche III müssen wir die Erhebungen von Bellmund rechnen, während die höchsten Partien des Jensberges zu Fläche II gehören. Diese beansprucht einen schmalen Streifen an der Nordabdachung des Frienisberges in etwa 620 m Höhe. Das gleiche Niveau treffen wir auch auf der Südseite. Es lässt sich über die Aare bis an den Fuss des Ulmizberges hin verfolgen. In Fläche II ordnet sich auch der Könizberg ein. Fläche I beginnt am Ulmizberg, hat aber noch einen festen Stützpunkt im heute isoliert stehenden Frienisberg. Gegen S steigt die Fläche recht gleichmässig an, bis sie am Gurnigel etwa 1100 m erreicht. Zwei grössere Erhebungen, die Gipfel der Giebelegg (1136 m) und der Bütschelegg (1059 m) ragen aus dem allgemeninen Niveau empor.

C. Die Flächen.

Fläche IV.

Fläche IV ist die heutige Erosionsbasis. Ihre Zusammensetzung aus verschiedenen Formationen wird durch ihre Lage bedingt.

Ganz gering ist nach der Grösse der Aufschlüsse zu urteilen der Anteil des Anstehenden an dieser Fläche. Wir treffen das anstehende Gestein nur an den Seeufern, wo die Strandterrassen z. T. aus Molasse bestehen. Solche Abrasionsflächen treffen wir am Südostufer des Bieler- und des Neuenburgersees (Lit. 7, S. 192). Sie sind insbesondere am Neuenburgersee bei Cudrefin, Estavayer und weiter gegen SW schön ausgebildet und werden durch die weithin sichtbaren Falaises landeinwärts abgeschlossen. Das weiche Gestein bot dieser Art der Bearbeitung durch den Wellenschlag der Seen einen verhältnismässig geringen Widerstand. Die Jura-

gewässerkorrektion hat die fortschreitende Abrasion unterbrochen, weil die Wellen sich heute auf den Strandflächen totlaufen und den Steilabsturz nicht mehr erreichen. Eine gute Ausbildung zeigt die gleiche Erscheinung auch am Bielersee von Erlach bis Vinelz und Gerolfingen (Lit. 7, S. 192/193). Bärtschi erwähnt ebenfalls ein kleines Stück einer Uferterrasse am Nordwestufer bei Neuenstadt. Er zählt auch den Heidenweg zu dieser Erscheinung. Sein Niveau entspricht dem der Strandebenen sehr gut.

Fläche IV ist vorwiegend eine Aufschüttungsfläche, die durch verschiedene Ablagerungen gebildet wird. Nach der letzten Eiszeit blieben in diesem tiefsten Teil des Mittellandes starke Ablagerungen von Moränen und Schottern zurück.

Entsprechend dem postglazialen Seeniveau (Lit. 44, 6) dürfen wir zu Fläche IV alle die Ablagerungen (Moränen, Schotter) rechnen, die die Quote von 451—452 m nicht übersteigen. Dazu rechnen wir namentlich die von Nussbaum zu den jüngern Seelandschottern gezählten Vorkommnisse. Demnach sind hierher zu zählen das fluvioglazial gebildete Schotterfeld, auf dem die Stadt Solothurn steht, die Deltabildung bei Diessbach, die ebenfalls eine fluvioglaziale Ablagerung sein muss, am Murtensee Schotter bei Fin Coudrex in 455 m. Ueber solche Ablagerungen wird berichtet bei Nidau, bei Sutz in 440—450 m auf einem Molassesockel. Ebenso wird ein Aufschluss bei Lattrigen erwähnt (Lit. 44, S. 18), der in 458, 454 und bei Riesengut in 445 m aufgeschlossen ist. Ablagerungen bei Cressier und Cornaux müssen wir ebenfalls hinzuzählen. Dann berichtet Nussbaum von Schotterterrassen, die bis 452 m hinaufreichen bei Pieterlen, am Bürenberg bei Eichi in 451 und 440 m, westlich Leuzigen, östlich Mettlenmatt, bei Neumatt nördlich Lüsslingen (Lit. 44).

Bei Galmiz wird von einer gleichen Schotterterrasse in 445—450 m berichtet. In der Nähe tritt Grundmoräne auf. Zwischen Murten und Greng zieht sich eine Terrasse hin, die aus verschwemmter Moräne besteht. Bei Subingen tritt eine ähnlich verwaschene Moräne auf (Lit. 44).

Alle diese aufgeführten Schotter müssen gegen Ende der letzten Eiszeit entstanden sein, worauf sich dann der Rhonegletscher endgültig zurückzog.

In den darauffolgenden «See von Solothurn», der bis Orbe und weit ins Broyetal hinauf gereicht haben muss, lagerten die hineinmündenden Flüsse und Bäche ihre Schuttkegel ab. Einen mächtigen Schwemmkegel bildete die Aare bei Aarberg (Lit. 6, 44). Sein Material besteht aus umgelagertem Glazialschutt (Lit. 44). Es enthält grobes Gerölle mit über kopfgrossen Blöcken. Auf dem rechten Aareufer beginnt eine Schotterterrasse in 461 m und sinkt gegen N auf 453 m (Lit. 44). Gegen NW beginnt der Schuttkegel in 452 m und senkt sich bis auf 444 m, bei ständiger Abnahme der Geröllgrösse. Nussbaum schliesst aus der Geröllgrösse bei Lyss

und Worben, aus dem grossen Sand- und Schlammgehalt, den der Aareschuttkegel 4—5 km vom Eintritt der Aare ins Seeland entfernt aufweist, dass die Aare in ein stilles Gewässer, also in einen See gemündet haben muss, wodurch es leicht erklärlich wird, dass das strömende Wasser sehr bald seine Kraft verlor und nur noch Geschiebe von geringer Grösse zu transportieren vermochte.

Nussbaum weist weiter auf den schön ausgebildeten Schwemmkegel hin, der bei Greng in den Murtensee vorstösst. Insbesondere erwähnt er die Gefällsknickung auf etwa 440 m Höhe. Oberhalb dieser Quote ist das Gefälle langsam steigend bis 453 m. Unterhalb ist ein Steilabfall wahrnehmbar.

Brückner (Lit. 53) weist auf Aeberhardts Interpretation des Areusedeltas bei Boudry hin, wo dieser Fluss ein bedeutendes Delta aufgeschüttet hat, und zu dessen Formung der Fluss ebenfalls ein Seeniveau von 451 m benötigte. Eine eingehende Besprechung erfährt der Schwemmkegel der Schüss durch F. Antenen (Lit. 6). Der Autor führt aus, wie der Schuttkegel dieses Flusses eine starke Schichtung zeigt, die sich nach der Transportkraft des Flusses, oder umgekehrt nach der Höhe des Seeniveaus richtet.

Auch der Biberenbach westlich Kerzers schüttete in diesem Niveau einen Schuttkegel an. Dieser hohe Seestand wird nicht sehr lange gedauert haben, denn das verhältnismässig lockere Material, durch das der See bei Solothurn abgedämmt wurde, bot dem ausfliessenden Wasser keinen sehr grossen Widerstand (Lit. 6, S. 55). Wir dürfen wohl mit Antenen annehmen, dass die obern Teile des grossen Sees in der ersten Zeit nach dem Rückzug des Rhonegletschers stark an Tiefe verloren, weil die Schmelzwasserabflüsse ihn doch zunächst noch erreichten. Auch Aare und Saane werden in dieser Zeit sehr grosse Geschiebemassen transportiert und in den See abgelagert haben.

Es wird schwer sein, diese ersten Schuttkegel sicher von den Ablagerungen derselben Flüsse in das tiefere Seeniveau zu trennen. Antenen hat mit seiner Untersuchung der Schüssanschwemmung wertvolles Material geboten. Aufschlüsse haben ergeben, dass wir mit einem ältern und einem jüngern Seeboden des subjurassischen Sees rechnen müssen. Der Autor zeigt, wie die Aare wohl zunächst ihr Material gegen den heutigen Neuenburgersee hin führte und dadurch auch mithalf, den grossen See in drei kleinere Becken zu trennen. Später wendete sich der Fluss gegen NO und sein Schuttkegel, der zwar ganz flach ist, reichte um den weit gegen O vorspringenden Jensberg herum, bis an den Fuss des Brüggwaldes und des Büttenberges. Diese Ablagerungen der Aare verlegten dem natürlichen Abfluss des Bielersees den Weg und machten so den Spiegel des grossen subjurassischen Sees steigen. Wandte sich die Aare mehr gegen W, so gab sie zugleich den Durchgang bei Brügg frei und das Seeniveau konnte wieder sinken. Die Aare als weitaus grösster und wichtigster Zufluss der

ganzen Depression, der mit der Saane auch am meisten Geschiebe brachte, musste auf die Gestaltung des Sees einen bedeutenden Einfluss ausüben.

Antenen zeigt, wie jeweilen, wenn das Seeniveau hoch stand, die Schüss an Kraft verlor und ihren Schwemmkegel nur wenig vortreiben konnte. Sank der Seespiegel, so gewann sie an Kraft und trug ihr Geschiebe weiter gegen den See vor.

Sie hat mit ihren Ablagerungen eine Abtrennung des Pieterlensees von der ganzen Wasserfläche bewirkt und hat ihn auch ausfüllen helfen (Lit. 6). Antenen weist weiter darauf hin, wie unterhalb Brügg die Ebene eine gleichförmige Beschaffenheit aufweist. Sie war mit ihren Abflussverhältnissen ganz vom Verhalten der Emme abhängig. Schob diese zu Zeiten ihren Schuttkegel kräftig gegen die Aare vor, so wurde deren Abfluss gehemmt; der Wasserspiegel oberhalb Solothurn stieg. Dann konnte sich die Aare bessern Abzug schaffen, was zur Folge hatte, dass der Wasserstand sich senkte. Bei dem geringen Gefälle, das wir für das ganze Seegebiet feststellen können, muss die Stauwirkung der Emme sich weiter hinauf geltend gemacht haben. Die Untersuchung Dr. Lüdis im Gebiet des Grossen Mooses, insbesondere der Domäne Witzwil, führt zu ähnlichen Schlussfolgerungen (Lit. 52, 37).

So wie sich die Wasserstandsverhältnisse auf die Schuttkegelbildung der Schüss und der Aare ausgewirkt haben, so werden auch die Ablagerungen der andern Flüsse in den postglazialen See davon beeinflusst worden sein.

Wir vermissen leider neuere Untersuchungen dieser Art im westlichen Teil der Fläche IV. Jedoch werden die Anschwemmungen der Broye, der Petite Glâne, des Talent und des Buron und der vielen kleinen Gewässer in ähnlicher Weise gegliedert sein (Lit. 31, 36).

Im ganzen Gebiet der Fläche IV hat die Vertorfung während einer langen Zeit stattgefunden. Ihre Bedeutung nahm zu oder ab, je nach Wasserstand. Bei Bohrungen in der Nähe von Sugiez traf Lüdi auf Torflager von ansehnlicher Mächtigkeit. Die pflanzlichen Ablagerungen haben also dazu beigetragen, das Becken des subjurassischen Sees stellenweise um ein beträchtliches auszufüllen. An andern Stellen, namentlich etwa da, wo ein Fluss sein Geschiebe hinführte, konnte sich kein Torf bilden. Während einer trockenen Zeit, da der Wasserhorizont tiefer als heute stehen musste, konnte ein Eichenmischwald entstehen, der später, bei neuem Steigen des Wassers vernichtet wurde, dessen Spuren aber in Form von mächtigen Eichenstämmen, die in grosser Zahl gefunden wurden, erhalten blieben. Die Baumstämme blieben z. T. so gut erhalten, dass sie noch von Möbelschreinern verarbeitet werden konnten (Lit. 6).

Heute sind alle diese Vorgänge noch nicht abgeschlossen. Die Flüsse führen ihr Geschiebe einem der drei Jurarandseen zu, die

Broye und der Biberenbach dem Murtensee, die Orbe und die Areuse dem Neuenburgersee, die Aare und die Schüss dem Bielersee, um nur die grössten zu nennen.

Das Delta der Aare im Bielersee ist genauer untersucht und darüber von L. W. Collet berichtet worden. 1878 war die Juragewässerkorrektion fertig. Bis 1897 führten die Aare und die Saane 6,708,000 m^3 Geschiebe in den Bielersee, im Jahre also 335,400 m^3, oder per km^2 des Einzugsgebietes pro Jahr 241 m^3. (Einzugsgebiet der Aare unterhalb Thun und der Saane unterhalb des Stausees von Péroiles.) Von 1897 bis 1913 wurden total 2,496,000 m^3 abgelagert, im Jahr also 156,000 m^3, oder 112 m^3 pro Jahr und km^2 des Einzugsgebietes. Collet leitet die grosse Differenz der zwei Perioden von der Ausgleichung des Gefälles und der daherrührenden geringern Geschiebetransporte ab (Lit. 17).

Auf diese Weise sind bisher die grossen Geschiebemengen in den Seen abgelagert worden, und auch in Zukunft wird die Zuschüttung fortschreiten, bis die gesamte Erosionsbasis des Seelandes eine grosse Ebene sein wird.

Schardt hat auf Sandwälle bei Gampelen und Ins hingewiesen, die er als Dünen deutet, entstanden durch Windwirkung (Lit. 59). Lüdi deutet dasselbe Vorkommnis als Strandwälle eines höhern Seeniveaus. Er beurteilt die Form als durch Auffüllung von W her entstanden. Er glaubt nicht, dass die Dünen gewandert seien (Lit. 37).

Es bleibt nun noch übrig, die Becken der drei Jurarandseen zu besprechen. Im Neuenburgersee finden wir eine tiefere Rinne, die den See in seiner ganzen Länge dem Nordwestufer entlang durchzieht. Im obern Teil ist sie östlich von einer Terrasse begleitet, die sich von Yvonnand dem Südostufer entlangzieht. Aus ihr heraus entwickelt sich gegen die Seemitte zu eine zweite Rinne, die einem breiten, gegen NO gerichteten Tale gleicht, das sich gegen den untern Seeteil in das nun breite, ungeteilte und symmetrisch ausgebildete Seebecken öffnet. Die zwei Rinnen werden der Länge nach durch einen Hügelzug getrennt, der vor dem grossen Bekken wie abgeschnitten erscheint. Dieser Zug reicht mit seiner grössten Höhe bis nahe an den Wasserspiegel herauf. Wenig unterhalb Neuenburg steigt der Seeboden an und das unterste Stück gegen die Broyemündung, am Abfluss der Thièle und gegen St. Blaise ist nur wenig tief.

Eine direkte Fortsetzung des Seebeckens zum Bielersee, mit auch nur annähernd gleicher Sohlentiefe und entsprechender Breite kann es nicht gegeben haben. Dagegen sprechen das Vorhandensein des Jolimont und das Molassevorkommen bei St. Blaise-Wavre, die das heutige Seeniveau sogar überragen (Lit. 61, 7).

Sehr ähnlich dem Becken des Neuenburgersees ist auch das des Bielersees zweigeteilt. Durch Heidenweg und Insel werden die zwei Rinnen voneinander getrennt, die nordöstlich der Insel zu-

sammenfliessen. Zum Unterschied vom Neuenburgersee ist hier die jurafernere Rinne die tiefere. Sowohl Neuenburger- als auch Bielersee haben ihre grösste Tiefe in der unteren Hälfte des Bekkens (T. A. Bl. 309, 310, 311, 135, 121).

Das Becken des Murtensees ist ungeteilt. Es erreicht keine bedeutende Tiefe (46 m). Seine Böschungen sind von allen Seiten her flach. Am steilsten erfolgt der Abstieg von der Seite des Mt. Vully her.

Fläche III.

25 bis 30 m über Fläche IV treffen wir an manchen Stellen in 460—480 m unter Schotter oder Moränen anstehende Molasse an. Diese Molassevorkommen in genannter Höhe treten in der Landschaft nicht hervor. Auch die Profile zeigen ihr Vorhandensein nicht. Jedoch werden solche Vorkommen von Nussbaum und Bärtschi angeführt. Nussbaum berichtet über eine Molasseterrasse unter Schotter in 460 m im Hügelzug rechts des Aarekanals bei Bühl sowie auch bei Lyss (Lit. 44). Bei Sutz sind glaziale Ablagerungen in 440—450 m auf einem Molassesockel gelagert (Lit. 44). Bärtschi erwähnt eine ganze Reihe ähnlicher Terrassenstücke in 460—480 m im Anstehenden, die immer von Moräne überlagert sind. Hierher zählt er die Terrassen von Vinelz (T. A. Bl. 136), den Rimmerzberg (nordöstlich Ins) und den Fafernwald (nordöstlich Gampelen). Die Terrasse von Wavre-Marin reicht ins gleiche Niveau hinauf (Lit. 60). Das Schloss Erlach steht in etwa 460 m auf einem Molassesockel. Auf der St. Petersinsel ragt das Anstehende bis ungefähr in das gleiche Niveau hinauf. Bei Niederried ist die Molasse in 480 m aufgeschlossen (Lit. 51). Sie wird von quartären Ablagerungen bedeckt. Das Depressionsdreieck südöstlich Kerzers bis Laupen besitzt einen Molassesockel, der bei der Rochenachmühle südöstlich Kerzers in 460 m, südwestlich Gurbrü beim Eisenbahneinschnitt in 470 m aufgeschlossen ist (Lit. 7).

Am Mt. Vully treffen wir zwischen Jorissant (T. A. Bl. 312) und Montet (T. A. Bl. 314) Molassestufen in 460—470 m. Im selben Niveau von 460—480 m lässt sich diese Terrasse von Champmartin (südwestlich Cudrefin) über Portalban-Chevroux-Forel-Autavaux und Estavayer bis Font verfolgen. Die Terrasse zeigt dem See entlang kein Gefälle (Lit. 7). Auch auf der Broyetalseite tritt das Niveau von 460—480 m in Erscheinung, so südlich Vallon und zwischen Rueyres-les-Prés (T. A. Bl. 325) und Morens.

Ferner lässt sich auf der Ostseite des Broyetales das gleiche Niveau feststellen. Südlich Payerne wird eine Terrassenfläche in etwa 480 m von Moräne bedeckt. Das Anstehende reicht in der Terrasse südöstlich Corcelles ins gleiche Niveau hinauf. Bärtschi weist auf Trogschultern des Broyetales in 470—480 m hin, die er

aus diesen Aufschlüssen konstruiert. «Terrassenflächen im Anstehenden, überall von Moränen bedeckt, finden sich östlich Dompierre, südlich Murten (‚Zigerli' in 460—470 m) und nordöstlich Galmiz, wo ein Moränenhügel (Riedreben) einem Plateau östlich ‚Erli' in etwa 460—470 m aufsitzt», berichtet der gleiche Autor.

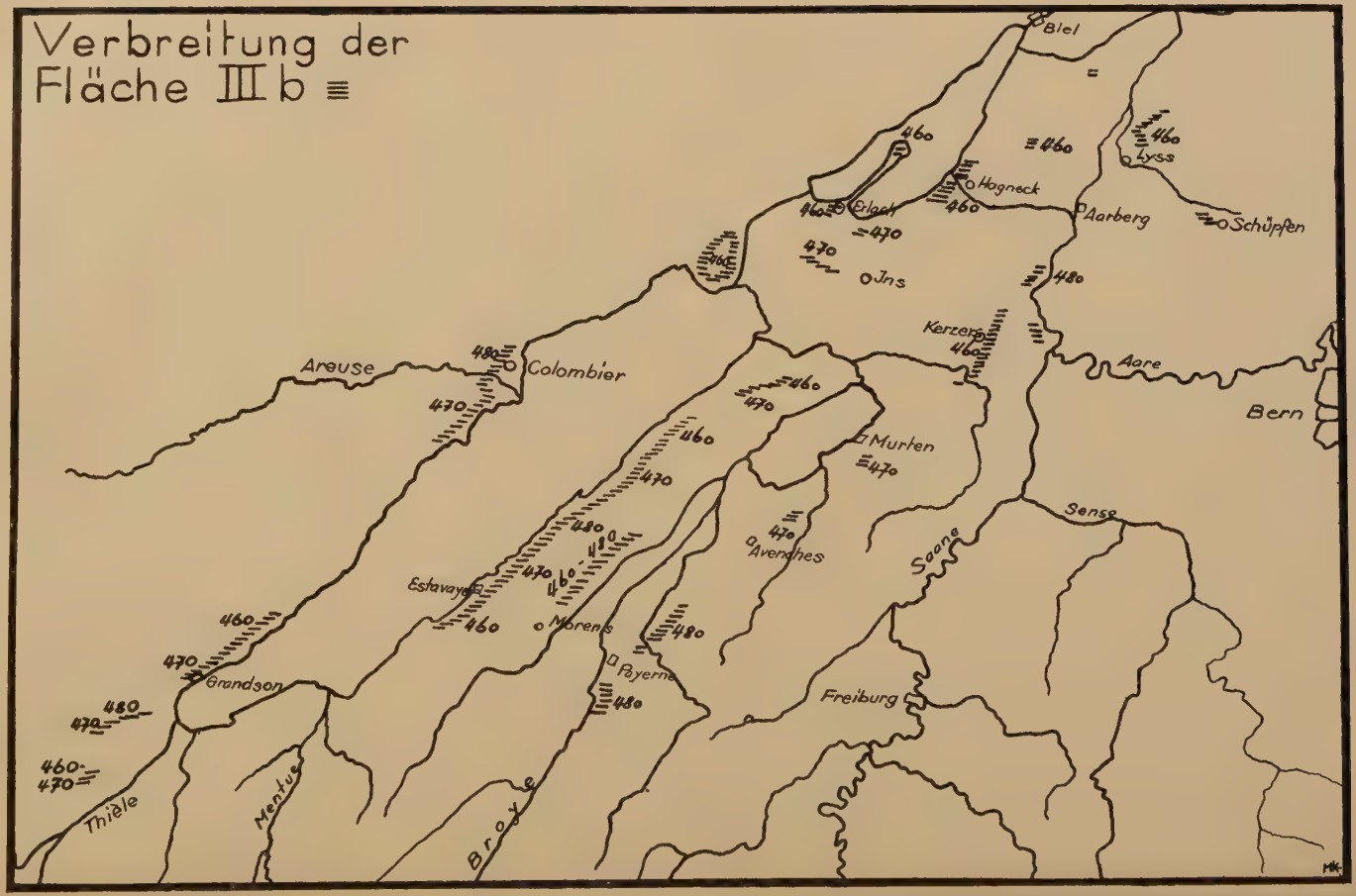
Auffälligerweise ist die gleiche Erscheinung auch auf der Westseite des Neuenburgersees vorhanden. Bärtschi erwähnt den Molassesockel der Plateauflächen von Boudry-Cortaillod, der in 470 bis 480 m zu suchen ist (Lit. 21). Terrassen lassen sich nach Bärtschi auch südwestlich Corcelles (T. A. Bl. 285) in etwa 460 m, südlich Onnens in 460 m, bei Grandson in etwa 470 m, westlich Valeyres in 470 m feststellen (Lit. 7, S. 197). Bei Bonvillars führt er eine Stelle an, wo die Terrassenfläche in 470—480 m in Kreide einschneidet. Am Chamblon erwähnt er einen Molassevorsprung in 460—470 m in Terrassenform.

Alle diese schmalen Terrassenstücke lassen sich in einer Fläche vereinigen, die kaum ein Gefälle aufweist, wie schon Bärtschi bemerkt. Manche oder die grösste Zahl der Terrassenstücke des Niveaus 460—480 m, die in Molasse ausgebildet sind, kommen in der Landschaft kaum zur Geltung. So würde man aus den Profilen nicht auf ihre Existenz schliessen. Sie sind entweder mit Schottern oder Moräne oder beidem überlagert. Diese Ueberlagerungen geben allen Bodenerhebungen eine nicht unwesentliche Erhöhung, so dass diese Terrassen mit ihrer Bedeckung meist in das nächst höhere Niveau hineinragen, das dafür in den Profilen um so besser in Erscheinung tritt. Beide Höhen wurden sowohl in den Profilen als auch in der Karte als eine Fläche behandelt, weil eine Abgrenzung der untern Terrassenfläche besonders bergwärts nur hypothetisch sein könnte. Dafür wurde eine Uebersichtsskizze der Verbreitung der Fläche III b beigegeben (Abb. 2).

Das höhere Niveau (III a) umfasst Terrassenstücke und Erhebungen, die 50—170 m über die heutige Erosionsbasis (Fläche IV) emporragen.

Am weitesten hinauf reichen ihre Flächenstücke im W, um gegen die Saane- und Broyesenke gegen NO an Höhe abzunehmen. Von hier gegen NO glaube ich eher wieder ein leichtes Ansteigen feststellen zu können. Die Schmalheit der Flächenstücke lässt aber in dieser Beziehung keine sichern Schlüsse zu. Im W beginnt die Fläche III a an der Wasserscheide in einer ausgeprägten Terrassenfläche, die sich vom Jorat aus 650 m auf 600 m senkt. Sie ist von Etagnières gegen Echallens und Goumoëns-la-Ville sehr ausgeprägt und von auffallender Flachheit. Die Molasse ist ebenfalls in flacher Lagerung (Lit. 54), aber eine Parallelität der Schichten mit der heutigen Landoberfläche besteht nicht (Lit. 35).

In den zwei ersten Profilen zeigt sich keine Knickung des Gefälles, weil auch keine Flussläufe die Terrassenfläche zerschnei-


Verbreitung der
Fläche III b
Biel
Lyss
Hagneck
Aarberg
Schüpfen
Jns
Kerzers
Aare
Bern
Areuse
Colombier
Murten
Sense
Saane
Avenches
Estavayer
Moreng
Payerne
Grandson
Freiburg
Thiele
Menthue
Broye
460
470
480

den. Gegen O zu nimmt die Fläche an Höhe und Breite ab, um gegen Yvonnand zu überhaupt zu verschwinden.

Beidseitig des heutigen Mentuelaufes lassen sich Terrassenstücke in der Höhe der Fläche III a feststellen, die am Talausgang oberhalb Yvonnand, etwa beim Weiler Niedens, besonders gut ausgebildet sind. Sie erscheinen als breite Talfläche, in die die rezente Mentue ihr Tobel eingefressen hat (Abb. 3 u. 4).

Abb. 3. Fläche III a als Terrasse bei Niedens.

Es ergäbe sich hier die im Mittelland seltene Erscheinung der Stufenmündung eines Seitentales (T. A. Bl. 294). Während die untern Terrassenränder durchwegs gut erkennbar sind (auf der Uebersichtskarte nicht dargestellt), hält es stellenweise schwer, gegen oben abzugrenzen. Insbesondere ist die Abgrenzung talaufwärts bei Oppens weniger durch eine deutliche Gefällsknickung als durch ein rascheres Ansteigen der Talseiten bedingt. Das Gehänge mit stärkerem Gefälle wurde nicht in die Fläche einbezogen.

Der Mormont, ein Kreidehügel von 608 m Höhe, passt sehr gut in dieses Niveau, auch wenn wir seine Form in Betracht ziehen, und er leitet zu den Terrassen am Jurarand über (Lit. 74 b).

Am Jurafuss glaube ich Terrassenstücke in entsprechender Höhe bei Villars-Lussery gegen Ferreyres in 530—600 m feststellen zu können. Dieselbe Terrasse lässt sich auch aus dem eigentlichen Untersuchungsgebiet hinaus, der Venoge folgend, beobachten. Mormont und Tilléria z bei La Sarraz, die das Orbetal vom Gebiet der Venoge trennen, ragen in die Höhe von 600 m hinauf und verbinden die Terrassenstücke beidseitig des Orbetales. Gleiche Höhen weisen Flächenstücke auf, die sich gegen Arnex-Bofflens (540—580 m), gegen Agiez (510 m) bis oberhalb Orbe und von

Moncherand gegen N ziehen. Eine Terrasse heisst hier Planches de Valeyres in etwa 580 m. Von Rances weg können wir dieselbe Höhe in einer schmalen Terrasse gegen NO verfolgen. Auch die Terrasse von Champvent, deren Fortsetzung in einzelnen Stücken sich oberhalb Grandson wahrnehmen lässt, passt in diese Höhe. In dasselbe Niveau reiht sich auch der inselartig aus der Orbetalebene aufragende Chamblon ein. Bärtschi erwähnt ebenfalls Ter-

Abb. 4. Fläche IIIa. Terrassenstück bei Donneloye.
Im Hintergrund Einschnitt der Mentue am Talausgang.

rassenstücke dieses Niveaus (S. 197), so dasjenige von Valeyres in 500 m, den Chamblon (556 m), die Terrasse von Champvent (540 m). Gleicherweise macht er auf das «Molasseplateau» von Arnex-Bofflens aufmerksam.

Auch weiter gegen O lässt sich dieses Niveau verfolgen, wenn auch am Jurafuss die Terrassenreste sehr bescheidene Ausmasse aufweisen, so dass sie nur mit grosser Vorsicht in die Fläche einzubeziehen sind. So wären bei Concise (in 500—540 m) und St. Aubin (550 m) Terrassenstücke festzustellen (T. A. Bl. 285 und 281). Am Ausgang des Areusetales liessen sich ebenfalls kleinste Terrassen finden, die in dieses Niveau einzusetzen wären. Rechts des Talausganges bei Maiterie Montandon in 550—570 m, westlich Boudry und nördlich der Station Colombier bei Cottendart ebenfalls in 550—570 m, oder bei Peseux in 530—550 m sind solche Terrassen vorhanden (T. A. Bl. 308). Weiter östlich sind Ansätze für schmale Terrassen zu konstatieren, aber ihre Einreihung in ein bestimmtes Niveau wird immer schwieriger. Am Bielersee verschwinden auch diese kleinsten Andeutungen.

Die Flächenstücke südöstlich der Seen sind viel ausgeprägter

und so weit verbreitet, dass sie sich ohne Zwang in Zusammenhang bringen lassen. Dazu gehören die Molassehügel zwischen Neuenburgersee und Broyetalung, soweit ihre Ränder nicht durch das Niveau III b beansprucht werden, oder wie die einzelnen Erhebungen Côte au Moine und Mt. Vully darüber hinausragen. Wir befinden uns hier an der tiefsten Stelle der ganzen Fläche. Sie erreicht stellenweise noch knapp 500 m Höhe. Oestlich der

Abb. 5. Terrassenfläche im Broyetal oberhalb Moudon bei La Mollie in 600—700 m Höhe.

Broye ist die Fläche bei Payerne sehr gut erkennbar. In der Gegend von Domdidier und Avenches nimmt sie etwas an Breite ab, bleibt aber immer noch deutlich entwickelt. Bärtschi erwähnt auch hier einzelne, besonders ausgeprägte Flächenstücke, so am Mt. Vully die mit Moränen bedeckten Molasseterrassen von Lugnore und Mur in etwa 500 m. Gegen W fortschreitend erwähnt er die Plateauflächen von Lully, Franes (T. A. Bl. 326), die Flächen bei Delley und Villars-le-Grand (T. A. Bl. 311) in etwa 500 m Höhe, die aus Anstehendem bestehen und wenig Moränenbedeckung zeigen. Broyetal aufwärts lässt sich das Niveau bis etwa nach Granges sicher nachweisen. Ein kleines Flächenstück bei Curtilles ist fraglich. Oberhalb Moudon jedoch treffen wir auf gut ausgebildete Terrassen beidseitig des engen Flusstobels, die sich aus etwa 600 m Höhe aufwärts verfolgen lassen. Dieses Niveau führt uns ohne Stufe in das Becken von Palézieux (Abb. 5—7).

Bei der Bressonnazmündung und der kleinen Ortschaft Montet zeigen diese Terrassen eine starke Verbreiterung, die wohl von der Einmündung kleiner Seitentäler herrührt. Das von O einmündende Tal zeigt im Verhältnis zu seiner Kürze und der Kleinheit seines Gewässers auffallend weite Dimensionen. Es steht auf-

wärts mit niedriger Wasserscheide mit einem ähnlichen Tälchen in Berührung, das etwas weiter oben ebenfalls ins Haupttal mündet. Die weiten Talformen können nicht von den heutigen unbedeutenden Bächen herrühren (Lit. 31, S. 480).

Auf der Ostseite des Murtensees berichtet Bärtschi von einem toten Tal, das bei Büchslen in 515 m Höhe mündet. Er weist auf Sodgrabungen hin, die bei Büchslen in 505 m auf das Anstehende

Abb. 6. Terrassenfläche im Broyetal bei Villangeaux.

gestossen seien. Die Felsterrasse von Altavilla liegt in 540 m (T. A. Bl. 315). Unter Moränen und Schottern tritt das Anstehende bei Villarepos (T. A. Bl. 328) in 500 m zutage (Lit. 7, S. 196). Der Ausgang des Arbognetales, von Moränen und Stauschottern bedeckt, liegt in 550 m. Bei Oleyres erreicht eine andere Flussmündung (vermutlich eines Chandon-Nebenbaches) dieselbe Höhe (Lit. 7, S. 196).

Vom Zusammenfluss der Aare und Saane her aufwärts lassen sich an der Aare Terrassen feststellen, die ihrem Niveau entsprechend am besten in Fläche III a einzureihen sind. Ebenso finden wir entsprechende Flächenstücklein am Lauf der Saane. Diese Feststellung nimmt nur Rücksicht auf die Höhe der betreffenden Terrassen. Erst eine genaue Studie dieser Terrassen an Aare und Saane könnte eine sichere Beurteilung ihrer Eingliederung in das Niveau III erlauben.

Dieselbe Fläche lässt sich am Nordfusse des Frienisberges über Radelfingen und Seedorf in 530—560 m verfolgen.

Teile des Jolimont passen in dasselbe Niveau. Wir können in 560 m beim Jolimontgut eine schönes Plateau feststellen, das aus miocänem Muschelsandstein besteht (Lit. 74 a, 7, S. 194).

Am Südostufer des Bielersees gehören die Molassehügel von der Budlei bis zum Jensberg ebenfalls zu Fläche III, soweit nicht einzelne Punkte daraus emporragen. Nordöstlich Ins wären Galgenfeld, Riederenstuden, Gaichberg und Gaichwald dazuzuzählen. Die Flächen liegen alle zwischen 530 und 560 m. Sie bestehen aus miocänem Muschelsandstein (Lit. 74 a, T. A. Bl. 136). Auch die Budlei und das Grossholz gehören hierher, soweit sie nicht höher

Abb. 7. Fläche III a im Broyetal. Blick talaufwärts gegen Ecublens. Die rezente Broye beginnt hier ihr schluchtartiges Tal einzugraben.

emporragen, während der Hügel zwischen der Strasse Lüscherz-Hagneck und dem Hagneckkanal, der eine Höhe von 450—490 m aufweist, zum tiefern Niveau zählt. Der Hügelzug bis gegen Bellmund gehört ebenfalls in das Niveau III a, wogegen der Jensberg darüber emporragt.

Wir haben es also in den betrachteten Gebieten mit zwei Abtragungsniveaus zu tun, die jedoch offenbar ihrer Entstehung nach auch zeitlich auseinander zu halten sind.

Fläche II.

Fläche II beginnt im Plateau des Jorat in etwa 700 m Höhe. In Profil 1 liegen die Dörfer Cugy und Morsens auf ihr. Sie lässt sich nordwärts weiter verfolgen gegen Bottens, Poliez, Fey, Vuarens, Bercher, Rueyres, Pailly, Orzens, Molondin und Cronay, um nur die wichtigsten Ortschaften, die in ihrem Bereich liegen, zu nennen. Anfänglich ist Fläche II ungegliedert (Profile 1 und 2). Der Talent quert sie auf kürzestem Wege bei Bretigny, um darauf ihrem Fusse gegen NO bis Echallens zu folgen. Nördlich Bottens beginnt sich die nordwärts fliessende Mentue in dieses Niveau

einzuschneiden, und folgt bis zum Verlassen der Fläche vor Yvonnand einem allmählich breiter und tiefer werdenden Talboden, in dem sich dieses Gewässer und seine Zuflüsse nochmals eingegraben haben. (Dieser Talboden entspricht dem Niveau III a.) In Profil 1 bis 3 ist die Fläche als solche sehr gut erkennbar, in Profil 4 erscheint sie durch die Talung der Mentue getrennt. Biermann macht bereits auf den terrassenförmigen Westabfall des Jorat aufmerksam, ohne die Frage der Entstehung der Terrassen näher zu untersuchen. Er führt die grosse Zahl der Dörfer an, die auf der Terrasse in 700—750 m Höhe liegen (Lit. 10). Auch Bärtschi bespricht diese Terrassen am Westabhang des Jorat kurz, und er weist darauf hin, dass sie grossenteils aus Anstehendem bestehen (Lit. 7, S. 278).

Am Jurafuss treffen wir in den Profilen 1—4 ebenfalls Terrassenstücke, die nach ihrer Höhenlage annähernd übereinstimmen. Wir finden sie bei Ferreyres (Profil 1), oberhalb Bofflens (Profil 2), bei Sergey (Profil 3) und über Rances gegen Baulmes zu (Profil 4), von wo sie sich auch weiter nordostwärts verfolgen lassen. Kleinere Verflachungen am Juraabfall lassen sich bis ans untere Ende des Neuenburgersees feststellen. Bärtschi erwähnt aus diesem Niveau das Flächenstück nordwestlich Rances, das in 600 bis 620 m liegt und aus Anstehendem und Erratikum besteht (Lit. 7, S. 197). Nach der geologischen Karte 1 : 100,000, Bl. 11 ist südöstlich Baulmes in etwa 610—660 m Kreide aufgeschlossen, während etwas weiter östlich in der Gegend von Longeville untere Süsswassermolasse in 580—615 m angegeben wird. Sehr bedeutend sind die Flächenstücke des Niveaus II am Jurafuss nicht, aber wir können sie doch bis etwa nach Grandson mit ziemlicher Sicherheit feststellen. Weniger gut lassen sich verschiedene Terrassen in 650—700 m Höhe am Jurafuss in der Umgebung von Neuenburg (bei Boudry und bis östlich dieser Stadt) in diese Fläche einordnen. Mehrere dieser Terrassen sind auch von E. Frei beschrieben und dargestellt worden (Lit. 21).

Zwischen Jorat und Mt. Pélerin und östlich dieses Berges treffen wir auf Talungen mit breiter Talfläche, die gut ins Niveau der Fläche II hineinpassen. Fläche II liegt zwischen Savigny und dem Mt. Pélerin in 700 und 720 m und steigt gegen O etwas an. Sie erreicht in Profil 2 eine Höhe von 740 m. Oestlich des Mt. Pélerin erreicht diese Fläche eine Höhe von etwa 770 m. Beide Flächenstücke erstrecken sich gegen N bis zum Becken von Palézieux. Dieses gehört aber einem tiefern Niveau an. Sein Boden liegt auf etwa 640 m Höhe. Gegen N setzt sich dasselbe Niveau in Terrassenresten fort, die wir bei Chatillens und Auboranges feststellen können. Sehr bedeutend ist die grosse Terrasse von Rue und Ursy, der auf der westlichen Talseite die Stücke von Sepey-Villangeaux, Syens, Hermenches und weitere kleine Terrassenflächen am Ruisseau de Carouge und an der Bressonnaz

gegenüberstehen. Besonders auffallend ist ein Terrassensporn nördlich Ropraz in 700 m Höhe (Abb. 8).

In 710 m liegt auch die Terrasse von Chavannes (Abb. 9).

Schmale Verflachungen im Abhang lassen sich bis Granges und Dompierre verfolgen. Auf der Ostseite des Broyetales entwickelt sich Fläche II nordwärts in immer zunehmender Breite. Auf der Westseite treffen wir sehr gut erkennbare Flächen dieses Niveaus

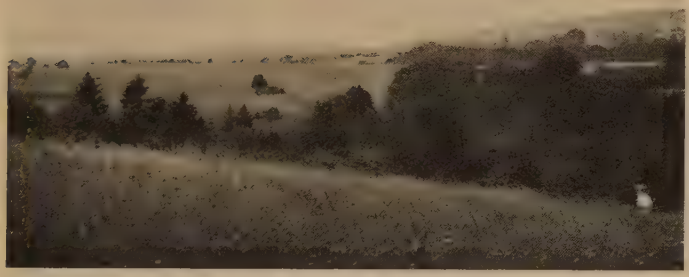


Abb. 8. Terrasse von Ropraz.

in 600—650 m, auf denen die Dörfer Bussy, Cremin und Surpierre liegen. Weniger deutlich ausgebildet, aber doch durch stärkere Böschungen von den andern getrennt, sind die Flächen von Chappel, Cheiry, Sassel, Granges-de-Vesin, Seiry, Bollion und die südwestwärts vorstossenden Zungen der Fläche II. So sehen wir auch nordwärts, wenn auch weniger deutlich als im W den Jorat sich terrassenförmig abdachen.

Bärtschi erwähnt Flächenstücke bei Puidoux in 690—720 m (Lit. 7, S. 268) und ebenso die Terrasse von Rue.

Aus dem Becken von Palézieux führen breite Talzüge nordostwärts und vereinigen sich mit der breiten Talung, die der Veveyse entlang emporsteigt und dem Alpenrand in der Richtung gegen den Mt. Gibloux folgt. Hier wendet sich ein Arm östlich, der andere westlich um den Berg herum. Beide treffen in einer breiten Senke nordöstlich des Mt. Gibloux wieder zusammen, wo noch ein Seitenarm von Romont her, der Glâne folgend, dazustösst. Hier wie auch bei Romont gestaltet sich die klare Abgrenzung der verschiedenen Niveaus recht schwierig. Terrassenränder können nicht überall nachgewiesen werden. Bei Freiburg vereinigt sich dieser Teil der Fläche II mit den grossen Flächenstücken, die bis gegen Murten reichen.

Oestlich der Saane beginnt Fläche II im Becken von Bulle, so dass dessen Ränder eigentlich ganz von ihr eingenommen werden, während die Mitte eher Fläche III a zuzusprechen ist. Fläche II zieht sich von hier südlich La Combert dem Alpenrand entlang zur Sense. Ein breiter Arm verbindet dieses Stück über Praroman mit dem weiten Becken von Farvagny nördlich des Mt. Gibloux. Ein schmalerer Arm wendet sich von Plaffeien an Alterswil vorbei gegen Freiburg.

Abb. 9. Terrasse von Chavannes.

Zwischen dem Frienisberg und den Höhen des Ulmizberges gehört die ganze weite Talung zu Fläche II, mit Ausnahme der verhältnismässig schmalen Stücke, die zu Fläche III zu rechnen sind. Auf dieses Niveau, zu dem hier auch der Forst gehört, münden aus SO mehrere schmale Talungen, deren oberste sich vom Aaretal herüber, nördlich und südlich an der Giebelegg vorbei verfolgen lassen. Sie wenden sich dann dem Schwarzwasser und der Sense entlang und zerschneiden das ganze Gebiet in sehr auffälliger Weise.

Bärtschi erwähnt auch in diesem Teil auffälligere und ausgesprochene Flächenstücke. Eine Terrasse im Anstehenden führt er bei Montagny-la-Ville und Montagny-les-Monts an. Diese Felsterrasse ist von Moräne und Schottern bedeckt (Lit. 31, S. 449). Bärtschi verbindet diese Terrasse mit dem Becken von Seedorf. Er erwähnt namentlich die Molasseerhebungen zwischen Coussiberlé (T. A. Bl. 328) und Noréaz (T. A. Bl. 330), in etwa 610—620 m bei Gross-Guschelmuth und Coussiberlé, in 650—660 m bei Ponthaux und Noréaz. Weiter führt er den Bois de Châtel (Profil

8) und den Bois du Grand Belmont an. Eine Plateaufläche um Torny-le-Grand (T. A. Bl. 341) gehört ebenfalls in dieses Niveau. Bärtschi zählt auch Terrassenstücke bei Moudon auf, die wir zur selben Höhe rechnen müssen (Lit. 7, S. 237, Profile 4 und 5).

Oestlich der Saane erwähnt er das terrassenförmige Ansteigen der Landoberfläche, wobei einer untern Stufe unser Niveau II entsprechen würde. Das Anstehende würde nach Bärtschi hier knapp 600 m erreichen. Seine Südostgrenze der Fläche gegen das höhere Niveau von Tafers bis Ueberstorf entspricht unserer Feststellung (Lit. 7, S. 260). Im Gebiet zwischen Ulmizberg und Frienisberg erwähnt er Terrassen bei Oberwohlen und Uettligen in 560—580 m und bei Frauenkappelen in etwa 600 m (Profil 12). Auch im Forst gibt er das Anstehende in etwa 600 m an (Profil 11).

Wir befinden uns mit diesem Niveau zwischen Sense, Aare und Saane überall 100—120 m über der allgemeinen Höhe der heutigen Talsohlen.

In einer wesentlich grössern Höhe finden sich nun teils ziemlich ebene Flächen, teils flache Erhebungen, die wir zum Flächensystem I rechnen.

Fläche I.

Die höchste Fläche schliesst Erhebungen mit grossen Niveauunterschieden in sich, und zwar aus dem Grunde, weil sie sich einer schiefgestellten Hochebene einordnen lassen, die sich vom Alpenrand nach dem Jurafuss hin senkt. Ihre äussersten Höhenpunkte liegen dementsprechend zwischen 1100 m in Caux (Profil 1) und etwa 700 m am Rande des Neuenburgersees (Profil 5). Wesentlich für die Einreihung in dieselbe Fläche ist der plateauartige Charakter der Erhebungen oder ihr übereinstimmendes, ungeknicktes Gefälle.

Im W, wo die Fläche bis nahe an die südliche Abdachung gegen den Genfersee reicht, ist sie in ihrer Geschlossenheit durch die tieferen Talungen der Veveyse und der Senke von Attalens, Puidoux und Palézieux unterbrochen. Wir zählen die Höhe von Caux (1140 m), des Mt. Cubly (1080 m) und des Mt. Pélerin (1020 m) mit den höchsten Erhebungen des Jorat (etwa 900 m) zu dieser Fläche (Profil 1), die sich aber südwestwärts noch in tiefere Lagen bis gegen etwa 800 m fortsetzt und gegen NO bis an die Saane ausdehnt, in dieser Richtung aber an Höhe verliert (Profile 1—7).

Dieses Niveau wird im Bereich von Profil 1 noch durch weitere Erhebungen gestützt, die in den Querschnitten nicht in Erscheinung treten. Besonders wäre der Mt. Vuarat (987 m) zu erwähnen (Profil 2), sowie Erhebungen über 900 m bei Savigny. In Profil 3 erhält die Fläche I bereits mehr Stützpunkte. Westlich und östlich des Broyetales ist jedoch das niedrigere Niveau zu konstatieren, das wir Fläche II, in der Umgebung von Palézieux

sogar Fläche III zuweisen können. In Profil 4 wird die Ausgeglichenheit noch besser erreicht, und in Profil 5 ist eine ausgesprochene Plateaufläche festzustellen, in welche sich die Höhen gut einordnen. In sie ist das Broyetal mit steilen Hängen eingeschnitten. Diese gleichmässige Abdachung tritt um so ausgeprägter in Erscheinung, weil die hier berührten Flächenstücke I keine sehr bedeutenden Höhen mehr erreichen. Sie gehen zudem überall — mit Ausnahme des Broyetales — mit sanften Böschungen in die Fläche II über.

Auffallender wirkt weiter im NO das Zurückweichen der Fläche gegen den Alpenrand zu. Die Fläche I wird in Profil 6 sehr schmal und wirkt noch weniger überzeugend, weil die Täler der Neirigue und der Glâne in ihr eine Depression verursachen. Dafür können wir auf der Südostseite des Mt. Gibloux ein Flächenstück in etwa 900 m anfügen. Ueber Lentigny-Onnens stösst das höhere Niveau bis westlich Freiburg vor.

Oestlich der Saane, die vom tiefern Flächenstück II begleitet, Fläche I in einen westlichen und einen östlichen Abschnitt teilt, können wir feststellen, dass dasselbe Niveau sich mit ähnlichem Charakter noch ein Stück weit fortsetzt, weiter östlich aber ein wesentlich bewegteres Profil zeigt (Profile 11 und 12).

Gleichzeitig können wir feststellen, dass das Niveau südostwärts ansteigt und Höhen von über 900 m erreicht. Zu diesen Erhebungen passen auch die höchsten Partien des Frienisbergplateaus, die bis über 800 m emporragen.

Zu Fläche I finden wir bei Bärtschi Beobachtungen ganz im W an der Rhone-Rhein-Wasserscheide (Lit. 7, S. 273). Ein Molassewall von 800—900 m, der sich zwischen Broyequelle und Moudon hinzieht, fällt ihm auf (S. 275). Seite 236 beschreibt Bärtschi den Plateaucharakter des Landes im SW der «Linie Lentigny-Payerne-Estavayer». Weiter erwähnt er die Höhen von Lovens (T. A. Bl. 344) mit 770 m und südöstlich Lentigny-Villarimboud steigt die Molasse bis auf 800 m an. «10 km weit hat nun der breite, fast ebene Hügelrücken, der die Wasserscheide zwischen Broye und Glâne bildet, stets dieselbe Höhe.»

Bei Thierrens erwähnt Bärtschi die Plateaufläche in 850—860 m (S. 238, Profil 3 und 4). Oestlich und südöstlich der Glâne liegt ein Plateaustück in 900—950 m (S. 238). Eine sehr breite Terrasse in etwa 950 m am Südfusse des Mt. Gibloux wird weitergeführt. Eine Bemerkung wird über den nördlichen Rand des Niveaus I bei Tafers gemacht (S. 259). Bärtschi beobachtet auch östlich der Saane mehr als ein Niveau der Molasseerhebungen.

Die zwischen Saane und Broye weit gegen NO vorspringende Plateaufläche zeigt überall den Charakter einer vom Gletscher überflossenen Rundbuckellandschaft. Die Felsbuckel haben fast alle etwas gestreckte, elliptische Form mit vorwiegend gegen NO gerichteter Längserstreckung. Zwischen ihnen liegen an zahlreichen

Stellen flache Becken und sumpfige Wannen, die an vielen Orten von Moränen abgedämmt sind.

Im Bereich dieser Fläche I finden wir eine Anzahl flacher Erhebungen, die durch ihre wesentlich grössere Höhe aus dem übrigen Niveau emporragen. Eine solche Erhebung ist ohne Zweifel der Mt. Gibloux (1212 m). La Combert mit 1079 m überragt ihre Umgebung auch ganz beträchtlich. Profil 8 schneidet bei Zenauva eine Erhebung von 1060 m, die man auch nur mit Mühe in die Fläche eingliedern kann. Das Oberholz (1033 m), mit den ganz breiten Formen, lässt sich schon eher einfügen. Der Schwendelberg und das Guggershörnli, mit ihren etwa 1280 m Höhe, ragen ebenfalls aus der durchschnittlichen Höhe der Fläche I empor. Auch die Giebelegg (1136 m) und die Bütschelegg (1059 m), vielleicht sogar der Ulmizberg (934 m) sind Gipfel, die die umgebenden Terrassenflächen überragen.

Auffallen muss demgegenüber, dass die genannten grössern Erhebungen unter sich in ihrer Höhe ganz ordentlich übereinstimmen. Auf die grosse horizontale Entfernung dürfen 100—200 m Höhenunterschied nicht allzu schwer ins Gewicht fallen. Sie zusammen würden daher ein besonderes Niveau der Fläche I bilden.

D. Angaben über das Gefälle der Flächen.

Das grösste Gefälle zeigt Fläche I, was aus einem Vergleich der Zusammenstellungen ersichtlich ist. Die einzelnen errechneten Werte sind dabei nicht so von Belang, wie ihre mittlere Grösse. Diejenige für Fläche I stimmt gut mit dem Wert überein, den Brückner für die präglaziale Landoberfläche angibt (Lit. 53). Lokale Besonderheiten können bei den verwendeten Zahlen insofern eine Rolle spielen, als die entsprechenden Werte möglichst aus den Profilen selber entnommen wurden.

Die Gefällswerte der Fläche II sind durchschnittlich wesentlich niedriger als die des höhern Niveaus. Wegen der Schmalheit der Flächenstücke konnten die Angaben für die Profile 5—7 nicht errechnet werden. Der Vergleich wird dadurch aber nicht beeinträchtigt.

Eine Berechnung des Gefälles der Fläche III a ergab ähnliche Werte wie für Fläche II. In den östlichen Profilen (6—12) hat aber die Gefällsberechnung auf dieser Fläche wenig Bedeutung, da durch eine kleine Verschiebung der Linie die Werte ebenfalls bedeutend verändert werden können.

Für Fläche IV kommt eine Berechnung gar nicht in Frage, weil kein Gefälle vorhanden ist, das irgendwie von Bedeutung wäre.

Aus der Gegenüberstellung der Zahlen sehen wir, dass die Werte für Fläche I — der präglazialen Landoberfläche — wesentlich grösser sind als die der tiefern Niveaus.

Diese Feststellung stimmt mit Brückners Annahme einer Hebung des Alpenrandes und der anstossenden Teile des Mittellandes überein (Lit. 52 und 44). Da die Werte für Fläche II mit der Annahme eines tiefern Erosionsniveaus übereinstimmen, müsste daraus geschlossen werden, dass die Hebung nach der Bildung der Fläche I und vor dem Entstehen der Fläche II erfolgte.

Gefälle der Fläche I.

Profile	Oertlichkeiten und Höhen			Strecke in km	Höhenunterschied	Gefälle in ‰
	Alpenrand	Mitte	Westen		m	
1.	Caux 1140 m	Mt. Pélerin 1080 m	Jorat 900 m	22,500	240	10,6
2.	Folly Mollard 1020 m		Jorat 930 m	18,500	90	4,8
3.	Niremont 1050 m		Jorat 780 m	18	270	15
4.	Les Alpettes 1100 m	Ecasseys 950 m	Thierrens 850 m	19,500	250	12,8
5.	Les Joux Derrey 980 m	Planvaux 780 m	Treytorrens 700 m	24,250	280	11,5
6.	W. Riaz 900 m	Villarimboud 810 m		10,500	90	8,5
7.	Berra 1010 m	Lovens 760 m		13	250	19,2
8.	Kapberg 1020 m	Bois des Combes 739 m		11,250	281	24,9
9.	Schweinsberg 1050 m	Oberholz 1033 m		3	17	5,6
10.	Riffenmatt 1070 m	Heitenried 825 m		8,500	245	28,8
11.	Ruschiweid 1080 m	Albligen 820 m		12	260	21,6
12.	Gurnigel 1050 m	Ulmizberg 934 m	Frienisberg 820 m	29,750	230	7,7
					Mittleres Gefälle	14,2‰

Gefälle der Fläche II.

Profile	Oertlichkeiten und Höhen			Strecke in km	Höhenunterschied	Gefälle in ‰
	Osten	Mitte	Westen			
				m		
1.	Cugy 720 m		Ferreyre 640 m	16,250	80	4,9
2.	Poliez-le-Petit 730 m		Bretonnières 650 m	18	80	4,4
3.	Possens 700 m		Sergey 620 m	19	80	4,2
4.	Ogens 670 m		Baulmes 610 m	17,750	60	3,3
8.	Praroman 760 m	Bois de Châtel 630 m	Côte au Moine 590 m	25	170	6,8
9.	Tafers 660 m	Bois de Bouley 630 m	Mt. Vully 626 m	19,500	34	1,7
10.	Heitenried 750 m		Jolimont 600 m	31,750	150	4,7
11.	Albligen 700 m		Budley 595 m	23,250	105	4,5
12.	Köniz 660 m		Jensberg 611 m	25,500	49	1,9

Mittleres Gefälle 4,06 ‰

E. Ueber die genetische Zugehörigkeit der Flächen.

Die Untersuchung hat ergeben, dass wir in der Westschweiz vier Höhenniveaus orographisch feststellen können. Ein fünftes lässt sich in Terrassenstücken im Anstehenden, die von Schotter und Moränen überdeckt sind, konstruieren. Die Entstehung dieser Flächen soll zu erklären versucht werden.

Von den fünf Flächen lässt sich nur die jüngste (Fläche IV) zeitlich genauer und sicher bestimmen. Ohne Zweifel ist sie zur Hauptsache eine Akkumulationsfläche, die durch die Ablagerungen der Flüsse und Bäche der Postglazialzeit entstanden ist. Sie birgt jedoch unter der Oberfläche im anstehenden Gestein vorhandene Rinnen von beträchtlicher Tiefe in sich, die sicher schon vor der grossen Eiszeit, wenn nicht schon früher vorhanden gewesen sein müssen. Diese Tatsache wird nämlich für das untere Aaretal von O. Frey nachgewiesen (Lit. 23). Sie stimmt mit den Feststellungen überein, welche Blösch am Rhein bei Rheinfelden und Laufenburg gemacht hat (Lit. 11). Hier beobachtet er die Hochterrassenschotter in einem weit tiefern als dem heutigen Rheintale. Dieser Schotter geht nach oben in eine Verwitterungsschicht über, auf der die Moränen der grossen Eiszeit abgesetzt wurden. Albert Heim kommt zu der gleichen Auffassung. Er zeigt (Lit. 33, S. 276), wie nach der Ablagerung des jüngern Deckenschotters die grösste Eintiefung erfolgte, die meist 200 m betrug, stellenweise aber 500 m erreichte. (Für letztere Zahl fehlt eine Lokalangabe.) In diese tiefsten Rinnen wurde der Hochterrassenschotter abgelagert, der eine grosse Mächtigkeit aufwies. Nach O. Frey reichte die Hochterrasse bei Aarau bis zu 435 m Meereshöhe. Sie lag also dort 75 m über dem heutigen Talboden, und bei Olten-Aarburg reichte sie bis in 460—480 m Höhe (Lit. 23).

Aareaufwärts finden wir bei Solothurn im Anstehenden ein ebenfalls bedeutend unter die heutige Talsohle eingetieftes Tal, wie Mollet nach Beobachtungen bei Bohrungen für Fundamentationen von zwei Brücken nachweist (Lit. 40). Die tiefsten Bohrungen bis auf Cote 396,4 und 393,37 erreichten das anstehende Gestein nicht. Die durchbohrten Schichten weist Mollet der Würmeiszeit zu. Aeltere Bohrungen erreichten das Anstehende oberhalb Solothurn in 55 m Tiefe unter der Talsohle bzw. in einer Meereshöhe von 375 m (Lit. 24, S. 450). Im Gebiet des bernischen Seelandes haben Bohrungen bei Witzwil bis in 30 m Tiefe weder den Felsuntergrund, noch glaziale Ablagerungen erreicht (Lit. 52). Dies beweist, dass wir auch hier eine tiefe Rinne vor uns haben, deren Sohle sehr viel tiefer liegt als die Sohle der heutigen Talungen, von den Sohlen der Seen abgesehen, von denen später die Rede sein soll.

Auch weiter flussaufwärts wurden starke Eintiefungen gegenüber den heutigen Talböden festgestellt. Vor kurzem ausgeführte Bohrungen, worüber E. Gerber berichtet (Lit. 28), lassen erkennen,

dass das Aaretal oberhalb Bern eine ganz beträchtliche Tiefe besitzt. Bei Kiesen wurde in 88 m Tiefe die Molasse nicht erreicht, und ebensowenig traf man im Marzili bei Bern bis in 76 m Tiefe das anstehende Gestein. Diluviale Ablagerungen im Niveau der heutigen Aare bei Worblaufen und Steinibach deuten auf einen nordwärts gerichteten Lauf, der durch Bohrungsergebnisse bei Moosseedorf, Jegenstorf und Mattstetten bestätigt wurde (Lit. 49). Büchi berichtet von einem tiefsten Saanetal, das er festgestellt hat, dessen Sohle aber nirgends aufgeschlossen sei (Lit. 14). Er weist es der Erosionsperiode nach der zweiten Vergletscherung zu. Auch hat der gleiche Autor ein entsprechend tiefes Sensetal gefunden und beschrieben (Lit. 13).

Schardt versucht in seinen «Note complémentaire» über die Entstehung der Jurarandseen alte Flussläufe zu rekonstruieren (Lit. 61). Er führt eine alte Mentue durch den östlichen Teil des Neuenburgersees und lässt sie am untern See-Ende sich mit einer alten Zihl vereinigen.

Dieser hypothetische Lauf kann aus der heutigen Gestalt des Seebodens nicht wahrscheinlich gemacht werden. Von der Einmündung der Mentue in den See müsste diese über eine Terrasse geführt werden, die heute ein starkes Gefälle gegen das westliche Seebecken aufweist (Profile 5, 6, T. A. Bl. 285—287, 308—312, 324). Den gegenwärtigen Verhältnissen würde ein Flusslauf von der heutigen Mentuemündung direkt gegen das tiefere westliche Bekkenstück besser entsprechen. Die kleinen Gewässer, die bei Estavayer und weiter abwärts den See erreichen, würden, zu einem Flüsschen vereinigt, noch imstande sein, das kleine Tal östlich La Motte auszuwaschen.

Sowohl O. Frey, als auch Albert Heim betonen die gewaltige Akkumulation von Schottermassen (Hochterrasse) nach der Bildung der tiefsten Erosionstäler. Diese Ablagerungen wirkten offenbar stauend auf alle obern Partien des Aaretalzuges und seiner Seitentäler (Lit. 49, S. 15 und 16).

In Fläche IV befinden sich nun auch die drei subjurassischen Seen, deren Eintiefung mit der allgemeinen Talbildung in Zusammenhang steht. Ohne Zweifel hat ihre Eintiefung bereits mit der vor der Hochterrassenzeit einsetzenden Talbildung begonnen. Wie sich aus der Darstellung der Blätter des topographischen Atlasses ergibt, liegen jedoch die Seeböden bedeutend tiefer als die durch Bohrungen festgestellte Talsohle der vor der Hochterrassenzeit durch Flusserosion entstandenen Täler.

Schardt hat die Bildung der Jurarandseen mit der Alpenrücksenkung im Sinne Heims erklären wollen (Lit. 61). Dieser Erklärungsversuch wird von Brückner (Lit. 53, S. 193) und auch von Bärtschi abgelehnt. Letzterer weist auf das gänzliche Fehlen rückläufiger Terrassen, die für eine Senkung sprechen würden, im Gebiete der Jurarandseen hin (Lit. 7, S. 191). Die Form der Seebecken

ist schon unter Fläche IV weiter oben besprochen worden. Hier wäre noch auf die auffallend weiträumige, wannenförmige Gestalt der Seebecken hinzuweisen. Diese kommt in den Querprofilen sehr gut zur Geltung (Profile 5, 6, 7, 8; Bärtschi, Querprofil durch den Bielersee, Lit. 7, S. 187). Diese Querschnitte zeigen, dass die Becken nicht durch Wassererosion, sondern durch die ausschleifende Tätigkeit der Gletscher ihre heutige Gestalt erhalten haben. Im Verhältnis zu ihrer Länge ist die Uebertiefung der Seen eigentlich recht gering, was auf einem in den wahren Verhältnissen gezeichneten Profil sehr gut zum Ausdruck kommt. Wesentlich ist der Umstand, dass alle drei Seen im Bereiche und im Streichen der hier gefalteten weichen Gesteine der oligozänen Molasse (bunte Mergel und Knauersandstein) liegen, wodurch die Gletschererosion in hohem Grade begünstigt worden ist.

Die ursprüngliche Tiefe der Broyetalfurche ist nicht bekannt. Mit Hinblick auf die wenig bedeutende Tiefe des Murtensees müssen wir aber annehmen, dass sie geringer war, als diejenige des westlichen Zuges. Wir dürfen diese Tatsache wohl damit in Zusammenhang bringen, dass der Hauptstromstrich des diluvialen Rhonegletschers dem Jurafuss entlang ging; betrug doch dessen Mächtigkeit auch in der Würmeiszeit hier gegen 800 m.

Verschiedene Erscheinungen lassen darauf schliessen, dass bereits vor der Risseiszeit in der subjurassischen Depression ein grösserer See existierte.

In 460—480 m findet man im Seeland ausgedehnte Felsterrassen, auf denen teilweise Riss-Schotter lagert (Lit. 44), oder die von Jungmoränen bedeckt sind (Lit. 7). Diese Vorkommen wurden bei der Besprechung der Fläche III genannt und sind in einer besondern Kartenskizze verzeichnet. Ausserhalb des eigentlichen Untersuchungsgebietes, unterhalb Solothurn, im breiten Raum zwischen Jura und dem höhern Mittelland südlich Langenthal, befinden sich ähnliche Terrassen (Lit. 1, S. 19; 46, S. 162 ff.; 23, S. 48). Im Birchiwald bei Gümligen ist die Molasse in 580 m unter Riss-Schotter ebenfalls anstehend (Lit. 49, S. 9). Im Seeland hat Bärtschi diese Felsterrassen als Abrasionsterrassen eines interglazialen Sees erklärt. Bei der Ablagerung der Hochterrasse musste tatsächlich in der Jurarandzone ein starker Aufstau erfolgen, weil diese Schotter im Aargau und dem Rhein nach abwärts die vorher tiefen Talrinnen sehr hoch hinauf auffüllten (Lit. 23, 33). Deshalb kann man sehr wohl annehmen, dass zu dieser Zeit in der Jurarandzone ein grosser interglazialer See entstand, dessen Wellenschlag imstande war, die Terrassen zu schaffen. Das Fehlen eines Gefälles und die langen, zusammenhängenden Terrassen am Neuenburgersee, am Rande des Broyetales und bei Kerzers, wie sie Bärtschi aufführt (Kartenskizze), sprechen für diese Erklärung.

Ausserhalb des Seelandes, im Aaretal und im Oberaargau könnte dieselbe Erscheinung nicht auf die gleiche Weise erklärt werden.

Die Erosionsperiode vor der Ablagerung der Hochterrassenschotter muss eine sehr lange gewesen sein. Es ist leicht denkbar, dass das Einschneiden in die Tiefe nicht gleichmässig erfolgte, sondern dass die Flüsse sehr stark auch seitwärts erodierten, wofür die breiten Talungen sprechen. Das würde die Möglichkeit gegeben haben, dass Talterrassen entstanden, die noch heute vorhanden sind und auf die die Hochterrassen mit abgelagert wurden. Die Erscheinung würde ähnlich sein, wie die Terrassenbildung im postglazialen Aaretal unterhalb Bern. Das Fehlen von Rhonematerial in diesen Hochterrassenschottern des Gäus und Oberaargaus (Lit. 46) deutet darauf hin, dass der Rhonegletscher zu dieser Zeit (Hochterrassen-Eiszeit) das westschweizerische Mittelland nicht berührte. Dies würde den Seeaufstau noch wahrscheinlicher machen, und das Fehlen der Hochterrassenschotter im Seeland würde dadurch eine einfache Erklärung erhalten.

Nach Ablagerung des Hochterrassenschotters setzte die Erosion wieder ein, und die Flüsse schwemmten einen grossen Teil der Schotter weg, ohne die frühere Tiefe wieder zu erreichen (Lit. 11, 23, 33). Auf den seitwärtigen Felsterrassen blieben die Ablagerungen am besten geschützt. In diese Interglazialzeit, die lange gedauert haben muss, datiert Büchi ein sehr breites Saanetal, dessen Sohle etwa 30 m über der heutigen lag (Lit. 14). Dies deutet auf eine Erosionsbasis im Seeland, die sich entsprechend hoch über der heutigen befinden musste. Ein Aarelauf, 15—20 m über dem heutigen Aarespiegel bestätigt diese Vermutung. Auch dieses Tal besitzt eine beträchtliche Breite (Lit. 49, S. 15).

Zusammenfassend wäre also zu sagen, dass die Ausbildung der Fläche IV bis in die mittlere Diluvialzeit reicht, da sie sich aus verschiedenen Elementen zusammensetzt, aus Erosionsformen wie Aufschüttungen, die uns die Haupteintiefung der gesamten Zone IV in der der Hochterrassenzeit vorangehenden Interglazialzeit annehmen lassen.

Daher müssen die Flächen III, II und I ein höheres Alter besitzen. Ueber dessen Bestimmung werden wir im folgenden Abschnitt zu handeln haben. Hiezu sei vorausgeschickt, dass zu Fläche III a auf dem Uebersichtskärtchen auch alle Vorkommen der Fläche III b hinzugezogen worden sind, weil sie mit ihrer quartären Ueberdeckung in dieselbe Höhe hinaufragen; genetisch gehören sie aber zu Fläche IV.

Bei den eben genannten Flächen III—I handelt es sich stets um mehr oder weniger breite Abtragungsflächen, die an vielen Orten schief über die Schichtflächen verlaufen. Da nach den bisherigen Ausführungen die Haupteintiefung der grossen, breiten Talzüge bereits vor der Hochterrassenzeit erfolgt sein dürfte, kommen für die Ausbildung der höher gelegenen Abtragungsflächen nur noch die Günz-Mindel-Interglazialzeit und die Präglazialzeit in Betracht. Es wäre also die Möglichkeit gegeben, während zwei Erosions-

perioden zwei Abtragungsflächen zu schaffen. Wie aber verhält es sich mit der dritten?

Bei weiterer Betrachtung der Querprofile und der Strukturverhältnisse des Molasseuntergrundes lässt sich feststellen, dass die Fläche III a fast durchwegs über den weichern Gesteinsschichten der untern Süsswassermolasse liegt, während die Flächen II und I meist über die etwas härteren Sandsteinbänke der marinen Molasse hinwegsetzen. Von diesen beiden Flächen muss die Fläche II die jüngere sein. Wie sich aus der Karte und den früheren Ausführungen ergibt, besitzt sie eine grössere Verbreitung, weshalb für ihre Entstehung die abtragenden Vorgänge einer längern Periode angenommen werden müssen. Dabei dürfte es sich in erster Linie um fluviatile Wirkungen handeln, Abspülung, Tiefen- und Seitenerosion der damaligen Flüsse, deren Erosionsbasis im allgemeinen etwa 130—170 m über der heutigen gelegen haben muss.

Für die zeitliche Einordnung dieser Niveaus haben wir nur ganz wenige Anhaltspunkte, und diese beziehen sich nur auf Fläche II. Im Forst und am Frienisberg liegen an vielen Stellen die «Plateauschotter», die Prof. Nussbaum beschrieben hat, und die er zu den Schottern der Mindelvergletscherung, also zum jüngern Dekkenschotter zählt (Lit. 48). Büchi beschreibt ein ältestes Saanetal, dessen Sohle im Niveau der Fläche II lag, und das er als Tal der Günz-Mindel-Interglazialzeit anschaut (Lit. 14). Nach dieser Darstellung hätten wir Fläche II als Reststück einer Durchtalung vor der Mindeleiszeit aufzufassen. Auch die allgemeine Höhenlage entspricht dem Niveau, auf dem im untern Aaretal und am Rhein die jüngern Deckenschotter abgelagert wurden (Lit. 22, 48). Fläche II steigt aus etwa 600 m gegen den Alpenrand und gegen die Rhone-Rhein-Wasserscheide auf 700—800 m (je nach Entfernung vom Alpenrand), am Austritt des Aergera- und des Sensetales aus den Voralpen bis auf 880 m an.

Auffallend ist die Tatsache, dass wir für die Fläche II ein sehr weitverzweigtes Talsystem feststellen können, das allerdings sehr stark überarbeitet erscheint und von dem wir nicht mit Sicherheit behaupten können, dass alle diese Talungen wirklich dem Alter nach zusammen gehören. So gibt es keine Anhaltspunkte, um die Rinnen, die südlich und nördlich von der Giebelegg vorbei gegen Schwarzenburg und Ueberstorf, sowie dem Schwarzwasser entlang gegen Flamatt hinziehen, zeitlich dem entsprechenden Niveau des Forst beizuordnen. Gleiches lässt sich auch von den Talungen, die von der Sense gegen Alterswil und Marly führen, sagen. Wir können aber feststellen, dass diese Täler im grossen und ganzen gleichsohlig ineinander übergehen, wenigstens ein recht gleichmässiges Gefälle aufweisen. Dies lässt sich an den soeben genannten Talungen konstatieren. Der Talzug von Romont senkt sich mit sehr gleichmässigem Gefälle gegen die die Saane bei Freiburg begleitenden Plateauflächen. Ebenso verhält es sich mit der den

Alpenrand von Châtel-St. Denis gegen Vaulruz und den Gibloux-fuss begleitenden Talung. Ebensowenig weist die Fläche II im Bereich des Broyetales von Palézieux bis Payerne oder am westlichen Joratabfall Gefällsbrüche auf.

Diese Feststellung kann nur in den grossen Zügen gemacht werden, da die glaziale Ueberarbeitung viele Veränderungen mit sich brachte, die im Emmegebiet fehlen, wo dieselbe Feststellung für den Günz-Mindel-Talboden auch gemacht wurde (Lit. 47).

In diese Fläche II hineingesenkt, erscheint Fläche III a vorwiegend im Bereich der Jurasenke und deren südlichem Rande. Im Niveau dieser orographisch sehr gut feststellbaren Fläche III a finden wir keine Anhaltspunkte, um sie zeitlich in die übrigen Flächen einzufügen. Auffallend ist aber, dass die Fläche III a überall da gut entwickelt ist, wo man annehmen muss, dass die diluvialen Gletscher am meisten den Boden abgenutzt haben. Dies gilt für die breite Fläche südlich des Neuenburgersees sowohl wie für die niedrigen Hügel zwischen diesem See und dem Broyetal. Zwei tiefe Flusstäler lagen hier verhältnismässig nahe beieinander. Sie wurden beide von den Eisströmen ausgeweitet und der schmale dazwischenliegende Hügelzug wurde dabei erniedrigt. In gleicher Weise kann man sich diesen Vorgang im bernischen Seeland vorstellen. Die Entstehung des gegen Laupen vorspringenden Dreiecks der Fläche III a lässt sich ebenso denken. Die Eintiefung dieses Teiles mag hier noch durch einen vor der Riss-Eiszeit aus der Gegend von Klein-Bösingen gegen Biberen-Kerzers sich wendenden Saanelauf wesentlich gefördert worden sein (Lit. 14). Begünstigt wurde ferner die Abtragungstätigkeit der Gletscher durch die bereits genannte Tatsache, dass überall, wo Fläche III a in grösserer Ausdehnung auftritt, sie in die meist aus weichern Schichten (Knauersandstein und Mergel) bestehende untere Süsswassermolasse eingearbeitet ist. Die kleinen, in das Niveau der Fläche II hinaufragenden Teile im Mt. Vully, Jolimont, Budlei und Jensberg werden durch stehengebliebene, härtere Schichten der marinen Molasse (Muschelsandstein) gebildet.

Im Bereich der tiefern Talungen, wo auf grössere Erstreckungen die untere Süsswassermolasse durch die Flusserosion schon aufgeschlossen war, konnten die Gletscher im weichern, wenig Widerstand leistenden Gestein, wirkungsvoll arbeiten und das Land um grössere Beträge erniedrigen. Dass die Gletschererosion im westschweizerischen Mittelland nicht gering anzuschlagen ist, beweisen auch die genannten, meist breitwannigen Talzüge, die westlich der Saane vorwiegend auftreten und sich in nordöstlicher Richtung, genau entsprechend der Bewegungsrichtung des diluvialen Rhonegletschers, hinziehen. Sie sind an mehreren Orten durch das Vorkommen von Moränen und muldenartigen Torfmösern gekennzeichnet, so z. B. in den Talungen am Biberenbach bei Cour-

nillens, Jeuss, der Sonnaz bei Seedorf und Corjolens, an der Glâne bei Villars St. Pierre und Romont.

Eine weitere Stütze der Annahme von Gletschererosion ist die Tatsache, dass unterhalb unseres Untersuchungsgebietes Fläche III a zu fehlen scheint. Wir treten gegen Solothurn bereits in die Endzone des würmeiszeitlichen Rhonegletschers ein (Lit. 46) und auch der risseiszeitliche Rhonegletscher soll nach Mühlberg und Niggli sehr lange Zeit fast gleich weit gereicht haben (Lit. 42).

Nach diesen Ausführungen gelangen wir zum Ergebnis, dass sowohl Fläche II als auch Fläche III a der Entstehung nach im wesentlichen in die erste Interglazialzeit gestellt werden müssen, mit der weitern Feststellung, dass die aus weichern Schichten bestehende Fläche III a infolge der glazialen Abschleifung durch die spätern Eismassen aus Fläche II hervorgegangen sein dürfte.

100—150 m höher als Fläche II legt sich Fläche I über die höchsten Erhebungen des Mittellandes hinweg. Sie setzt an den nördlichsten Joratausläufern in etwa 700 m ein und steigt gegen die Alpen bis auf etwa 1100—1200 m an. In westlicher Richtung ist der Anstieg geringer.

Fläche I ist in der Höhe viel weniger ausgeglichen, als Fläche II. Sie ist durch die Talungen stark aufgeteilt in verschiedene Stücke, die als Reste der präglazialen Landoberfläche zu gelten haben. Diese Reststücke wurden von der seitherigen Abtragung durch Wasser und Eis stark überarbeitet. Die auffälligste Erscheinung der Ueberarbeitung sind die grossen Talzüge. Die Restflächen dieses Niveaus sind meist recht breite Rücken oder sogar Plateaustücke wie im Jorat. Diese Flächen müssen älter sein, als das ganze Eiszeitalter, denn alle Erscheinungen, die auf die Eiszeit zurückgeführt werden können, sind in sie eingetieft. Auf der Fläche I ist die Mächtigkeit der quartären Ablagerungen nicht sehr bedeutend; namentlich sind sie am Jorat wenig mächtig (Lit. 54). Die Abdachung dieser Fläche vom Alpenrand zum Jura ist einheitlich, wie schon Brückner feststellte (Lit. 53), ebenso ist sie gleichmässig von der Wasserscheide im W zur Saane. Die allgemeine Höhe dieser Erhebungen stimmt gut mit den Feststellungen überein, die R. Frei in der mittlern und östlichen Schweiz gemacht hat (Lit. 22) und wie sie von Brückner dargelegt wurden (Lit. 53).

Wie R. Frei für das Gebiet der Deckenschotter berichtet, und Nussbaum für das Aare- und Emmegebiet dargelegt hat (Lit. 49), lässt sich auch in unserem Untersuchungsgebiet anhand der Höhenzahlen feststellen, dass die präglaziale Landoberfläche nicht eine annähernd ausgeglichene Ebene sein konnte, sondern in ihren obern Partien recht grosse Höhenunterschiede besass. Mt. Gibloux (1212 m), Schwendlenberg-Guggershörnli (1298 m, 1283 m) und die Giebelegg (1131 m) haben das allgemeine Niveau wohl beträchtlich überragt. Recht deutlich lässt sich diese Tatsache am

Mt. Gibloux feststellen, wo um die ganze Erhebung wie eine Terrasse ein weniger hoch emporragendes Flächenstück läuft. Gleiches ist beim Guggershörnli und den nordwestlich vorgelagerten Stücken der Fläche I zu bemerken.

Fläche I setzte am Alpenrand in etwa 1100 m ein, wie Brückner angibt (Lit. 53). In dieser Höhe finden sich namentlich östlich der Saane im Flysch der ersten Voralpenkette, der der Erosion doch keinen besondern Widerstand entgegensetzte, eine Folge von Terrassenvorsprüngen, die alle mit ihrem verhältnismässig geringen Gefälle auf eine Fortsetzung im Mittelland deuten (Profile 7—12). Westlich des Mt. Gibloux, am Moléson und Niremont sind diese Ansatzstellen weniger deutlich zu sehen (Profile 2—4). Ansätze dazu sind aber doch vorhanden.

Die gesamte Fläche I setzt sich über das ganze Mittelland hinweg, ohne sich den Gesteinsschichten anzufügen. Diese werden vielmehr von ihr glatt geschnitten (Profile 1—12).

Ein Vergleich zeigt, dass die Reste der präglazialen Landoberfläche am Alpenrand nach diesen Feststellungen etwa 500 m tiefer liegen, als Machatscheck und Staub (Lit. 38) und Beck (Lit. 9) für den Ausgang des Rhonetales und des Aaretales angegeben haben. Müssen wir aus dieser Differenz auf einen allgemeinen Abtrag von so gewaltigem Ausmasse schliessen?

Im Mittelland finden sich keine Anhaltspunkte, nach denen man berechtigt wäre, auf eine auch nur annähernd entsprechende Höhe der präglazialen Landoberfläche zu schliessen, wie sie nach den eben genannten Publikationen bestanden haben soll. Obschon wir auch annehmen müssen, dass grosse Gesteinsmassen abgetragen wurden, berechtigen die heute erkennbaren Tatsachen nicht zur Annahme auch nur annähernd so grosser Beträge. — Für eine nachträgliche Rücksenkung der alpennähern Teile des Mittellandes lassen sich keine Tatsachen beibringen.

F. Zusammenfassung der Vorgänge während des Eiszeitalters.

Versuchen wir kurz die Vorgänge der Eiszeit darzustellen, wie sie sich aus der Untersuchung ergeben haben!

1. Vor Beginn der Eiszeit bestand im westschweizerischen Mittelland eine flachwellige, schwach vom Alpenrand gegen den Jurafuss geneigte Landoberfläche von gleichmässiger Neigung, die geringer war, als sie für Fläche I jetzt angegeben wurde. In ihr hatten sicher einige Flüsse breite Rinnen gegraben. So bestanden ohne Zweifel eine Sammelrinne am Jurafuss, ein Saanelauf in der Gegend des heutigen und ebenso ein Aaretal, die beide dem Jura zustrebten.

2. Auf diese Fläche stiessen die Gletscher der Günz-Eiszeit vor, wobei allerdings zu sagen ist, dass in unserem Gebiet, im Gegensatz zur mittleren und nördlichen Schweiz, für ein solches Vorstossen keine Anhaltspunkte vorliegen.

3. Nach dem Rückzug der Gletscher musste eine Hebung und Schiefstellung der alpennäheren Teile des Mittellandes erfolgen, wie sie Brückner bereits angenommen hat. In dieser ersten Interglazialzeit schnitten die Flüsse in die Tiefe und vermochten sehr stark auch seitwärts zu erodieren, so dass die breiten Talungen und Plateauflächen des Niveaus II entstehen konnten. Diese Interglazialzeit muss daher lange gedauert haben. In dieser Epoche wurde wohl das untere Broyetal deutlicher vorgezeichnet.

4. Auf die neue Fläche brachten die Schmelzwasser der Mindelvergletscherung ihre Schotter, die wir heute als jüngere Deckenschotter am Frienisberg und auf dem Forstplateau finden. Der Rhonegletscher scheint in dieser Zeit das nördlich des Genferseebeckens gelegene Gebiet des Mittellandes noch nicht berührt zu haben.

5. In der nun folgenden Interglazialzeit muss neuerdings das gesamte Gebiet der nördlichen Schweiz von einer beträchtlichen Hebung betroffen worden sein. Die Folge war, dass während dieser Periode die Flüsse sehr tiefe Täler auswuschen, deren Sohlen weit unter den Talböden der heutigen Hauptflüsse zu suchen wären.

6. Darauf folgt der neue Gletschervorstoss der (Mühlbergschen) Hochterrassen-Eiszeit, die durch eine sehr mächtige Schotterablagerung gekennzeichnet ist. Diese erreichte namentlich im untern Aaretal eine auffallend grosse Mächtigkeit, wodurch eine starke stauende Wirkung auf die Flussläufe der obern Gebiete erfolgte. Viele Andeutungen sprechen für die Annahme eines Sees im Gebiete der heutigen Jurarandseen, dessen Spiegel etwa 30 bis 50 m über dem heutigen Wasserspiegel lag. Die lange Dauer der Interglazialzeit und des Aufstaus hätten auch die Bildung der Uferterrassen erlaubt.

7. In der folgenden Interglazialzeit räumten die Flüsse einen grossen Teil der Hochterrassenschotter wieder weg. Jedoch blieben davon auf Felsterrassen Reste zurück, und auch die frühere Taltiefe wurde nicht wieder erreicht. Für die Aare bei Bern und die Saane wurden entsprechende Läufe nachgewiesen.

8. In dieses stark durchtalte Mittelland, dessen Täler tiefer eingeschnitten waren als die heutigen, stiessen nun die Gletscher der Riss-Eiszeit vor. Der Rhonegletscher, der im Seeland eine Mächtigkeit von über 1000 m besass, dehnte sich damals, in seinem maximalen Stadium, sehr weit gegen die Reuss und an den Rhein hin aus. Doch dauerte diese Ausbreitung nach den Ausführungen von R. Frei, E. Niggli und F. Nussbaum verhältnismässig nur

kurze Zeit. Von diesen Autoren ist auch die bodengestaltende Wirkung des Gletschers in den östlich der Aare gelegenen Gebieten beschrieben worden. In der Westschweiz hat der risseiszeitliche Rhonegletscher die weiten Talungen zu schaffen begonnen, die wir westlich des Jorat am Jurarand und an der untern und obern Broye treffen, und von denen wieder andere breite Einsenkungen hinüberleiten gegen die Flussgebiete der Saane und Aare. Gegen das Ende der Riss-Eiszeit lag der Gletscher lange Zeit noch im Bereich der subjurassischen Senke. Als Ablagerungen dieser Zeit finden wir die «älteren Seelandschotter», die offenbar Ueberreste einer beträchtlichen Aufschotterung in den tiefen Tälern darstellen; denn auch damals füllten sich die Talfurchen mit Schotter über die Sohlen der heutigen Täler hinauf. Ferner treffen wir Schottervorkommen ausserhalb des Bereiches der letzten Vergletscherung, sowie auch Moränen in geringerer Zahl und Mächtigkeit. Ohne Zweifel hat, wie E. Bärtschi und O. Büchi ausführten, der von SW her vorstossende Rhonegletscher viele Bäche und Flüsse aus ihrer frühern Richtung abgelenkt, wodurch sie gezwungen wurden, sich nach dem Rückgang der Gletscher wieder neu einzuschneiden. Auf diese Weise ist die Bildung mehrerer jugendlicher Talrinnen zu erklären, die das Plateau durchziehen.

9. In der letzten Interglazialzeit mussten die Flüsse die angeschwemmten Schotter in den Tälern grösstenteils wieder wegräumen. Nur wenige, heute terrassenförmig auftretende Schotter bleiben von der ausräumenden Tätigkeit des Wassers verschont. Die Talfurchen wurden nochmals tief ausgewaschen, wenn auch diesmal wieder nicht auf die maximale Tiefe vor der Hochterrassenzeit. Für diese Zeit wurden an Aare und Saane entsprechende Läufe nachgewiesen.

10. Darauf erfolgte der Vorstoss der Gletscher der Würm-Eiszeit. Auch dieses Mal wandte sich der Rhonegletscher mit einem Teil seines Eises dem Mittellande zu. Wesentlich ist seine grosse Ausbreitung zwischen Alpenrand und Jura und seine bedeutende Mächtigkeit in der Seelandzone (Lit. 46). In dieser Periode bekam das Mittelland zur Hauptsache seine heutige Gestalt. Mehrere Talungen von weiter Muldenform zwischen Jorat und Jura, entlang der untern Broye, am Alpenrand von der Veveyse an die Saane beidseitig am Mt. Gibloux vorbei, zwischen Gurten, Ulmizberg und Frienisberg sind Zeugen seiner ausräumenden Tätigkeit. Desgleichen haben wir die Wegschaffung eines grossen Teils des Gesteins, welches früher an der Stelle, wo jetzt Fläche III a liegt, sich befand, diesem Gletschervorstoss zuzuschreiben. Der wegräumenden Tätigkeit der riss- und würmeiszeitlichen Gletscher ist überhaupt ein gewaltiger Anteil an der Bildung der heutigen Hohlformen zuzuschreiben. Wenn auch Flüsse in die Tiefe erodierten und zeitweise breite Täler schufen, so sind namentlich die höher

gelegenen vorhin genannten Hohlformen ohne Gletscherarbeit nicht zu erklären. Aber auch in den tieferen Tälern war ihre Wirkung eine sehr beträchtliche. Dies kommt namentlich in der Ausschürfung der breiten Wannen am Jurarande zum Ausdruck. Der würmeiszeitliche Rhonegletscher hat die vorher bestehenden Talzüge vertieft und ausgeweitet, und er schaffte die Gegenböschungen an den untern Enden der Seen, durch die ein Teil des Bieler- und des Neuenburgersees überhaupt gestaut wird.

Die Gletscher erodierten aber im Mittellande nicht nur, sondern sie liessen hier auch eine grosse Menge Schutt in Form von Moränen liegen, ausserhalb denen die Schmelzwasser mächtige Schotter ablagerten. An verschiedenen Orten unseres Landes ist die Verknüpfung von Endmoränen mit jungen, lockern Schottern festzustellen. Für das Gebiet des Aaregletschers orientiert darüber in übersichtlicher Weise die Exkursionskarte von Herrn Prof. Nussbaum (Lit. 69, 49). Leider fehlt für das Gebiet des Rhonegletschers eine ähnliche Publikation. Jedoch ist schon aus der Geologischen Karte 1 : 100,000 die Verbreitung der quartären Ablagerungen ersichtlich (Lit. 74). Sie müssen nach der Darstellung von V. Gilliéron namentlich im Gebiet des Kantons Freiburg und weiter westlich zwischen Jorat und Alpen eine grosse Mächtigkeit besitzen, was einem auf Begehungen immer auffällt. Dagegen sind sie am Jorat und westlich davon viel geringer.

11. Durch Schotter sind mehrere frühere Talzüge an der Saane (Lit. 13—15), Sense und Glâne zugeschüttet worden, in die sich nun die Flüsse der Postglazialzeit neu einschnitten. Dieses Einschneiden ging offenbar entsprechend dem langsamen Zurückweichen der Gletscher in verschiedenen Etappen vor sich, als deren Wirkung die Bildung von schön entwickelten Terrassen an der Aare und Saane hervorgingen. Der von den Flüssen verschwemmte Schutt wurde in der grossen, glazial übertieften Jurafusszone abgelagert, wo sich nach dem Rückzug des Rhonegletschers ein grosser See ausdehnte. Dieser wurde teilweise zugeschüttet, und es entstanden im Seeland, in den Tälern der Broye und der Orbe breite Aufschüttungsböden.

Auf die Fläche IV — die eben genannten Aufschüttungsböden — münden eine Reihe von Tälern, die in die Fläche III eingetieft sind. Die Taleinschnitte dieser Flüsse weisen fluviatile Formen auf, weil sie alle postglaziale Rinnen sind. Wir können unter ihnen V-Täler, Cañons und Sohlentäler unterscheiden. Kleinere Gewässer haben seit der letzten Eiszeit nur V-Täler gegraben. In solchen fliessen der Talent, der Buron und die Mentue sowie die Seitenbäche der Broye. Die Arbogne und die Biberen haben sich etwas weniger einzuschneiden vermocht, die Talformen sind aber die gleichen. In einem Sohlental mündet die Aare bei Aarberg auf Fläche IV hinaus. Wir können es als solches bis oberhalb Laupen

verfolgen. Den gleichen Charakter zeigt auch das Sensetal von Thörishaus bis Laupen. Das Tal des Tafersbaches von Mühletal bis Flamatt ist ebenfalls als Sohlental mit steilen Böschungen in die Molasse eingeschnitten.

Das Aaretal unterhalb Bern bis zum Zusammenfluss mit der Saane hat mit seinen terrassierten Böschungen und dem sehr schmalen Talboden viel gemeinsame Merkmale mit dem Saanetal

Abb. 10. Postglaziale Erosionsterrassen im Broyetal oberhalb Moudon.

oberhalb Klein-Bösingen, in dem ebenfalls viele postglaziale Terrassen vorkommen. (Es wäre eine dankbare und notwendige Aufgabe, diese Terrassen beider Flusstäler im Zusammenhang zu untersuchen.)

Die Sense fliesst in einem Cañon, der sehr eng ist. Nirgends wäre im Niveau des Flusses Platz für Siedelungen. Die Böschungen sind sehr steil und werden grossenteils durch kahle Molassefelsen gebildet.

Die Broye fliesst von Rue bis Moudon ebenfalls in einem engen Tal in Fläche III a eingeschnitten. Dieser postglaziale Einschnitt ist im obern Teil V-Tal, flussabwärts nimmt er mehr und mehr Cañoncharakter an. Bei Moudon lassen sich postglaziale Erosionsterrassen erkennen (Abb. 10).

Ein Beispiel der postglazialen Eintiefung eines Flusses gibt der Galternbach, der gleichzeitig auch ein benachbartes Flussystem anzapfte und auf diese Weise bedeutend an Erosionskraft gewann (Lit. 7, S. 248 ff.). Bärtschi diskutiert eine Anzahl weiterer Flussablenkungen westlich und östlich der Saane.

Der Vorgang des Einschneidens der Flüsse ist heute grösstenteils beendigt, oder die Gewässer sind noch in der Seitenerosion begriffen, wie Talformen der Saane und Aare beweisen. Die Aufschüttung durch die Flüsse geht weiter, namentlich an der Einmündung in die Seen.

G. Verzeichnis der benutzten Literatur und der Karten.

1. *Aeberhardt, B.:* Les Gorges de la Suze. Beilage zum Jahresbericht des Gymnasiums Biel 1907.
2. — Note préliminaire sur les terrasses d'alluvions de la Suisse occidentale. Eclogae geol. helv., Bd. X, 1910.
3. — L'ancien glacier de l'Aar et ses relations avec celui du Rhône. Eclogae geol. helv., Bd. XI, 1911/1912.
4. *Antenen F.:* Beitrag zur Kenntnis der Alluvialbildungen am untern Ende des Bielersees. Eclogae geol. helv., 1903.
5. — Beitrag zur Quartärforschung des Seelandes. Eclogae geol. helv., 1914.
6. — Die Alluvionen des Seelandes. Mitt. Nat. Ges. Bern, 1930.
7. *Bärtschi E.:* Das westschweizerische Mittelland. Versuch einer morphologischen Darstellung. Neue Denkschr. der Schweiz. Natf. Ges., Bd. XLVII, Abh. 2, 1913.
8. *Baumberger E.:* Zur Tektonik und Altersbestimmung der Molasse am schweizerischen Alpennordrand. Eclogae geol. helv., 1931.
9. *Beck P.:* Grundzüge der Talbildung im Berner Oberland. Eclogae geol. helv., 1921.
10. *Biermann:* Le Jorat. Bull. de la Soc. neuch. de Géographie, 1909/1910.
11. *Blösch Ed.:* Die grosse Eiszeit in der Nordschweiz. Beitr. zur geol. K. der Schweiz. N. F., 31. Lief., Bern, 1911.
12. *Büchi O.:* Geologische Untersuchungen im Gebiet der Préalpes externes zwischen Valsaintes und Bulle. Diss., Zürich, 1923.
13. — Interglaziale Senseläufe. Eclogae geol. helv., 1926.
14. — Das Flussnetz der Saane und ihrer Nebenflüsse während der Interglazialzeiten. Bull. de la Soc. Fribourgeoise des Sc. Nat., 1926.
15. — Das Becken von Marly. Bull. de la Soc. Frib. des Sc. nat., 1928.
16. *Calciati C.:* Les Méandres de la Sarine. Diss., Freiburg, 1909.
17. *Collet L. W.:* Le delta de l'Aar dans le lac de Bienne. Mitt. Natf. Ges. Bern, 1916.
18. *Custer W.:* Étude géologique du Pied du Jura vaudois. Beitr. zur geol. K. der Schweiz. N. F., 59. Lief., 1928.
19. *Dillenius E. H.:* Neuere Untersuchungen im Tertiärgebiet am Nordrand der Freiburger-Alpen. Diss., Freiburg, 1911.
20. *Engelke A. F.:* Untersuchungen über die Tektonik der Ebene von Bulle. Diss., Freiburg, 1907.
21. *Frei Ernst:* Zur Geologie des südöstlichen Neuenburger Jura. Beitr. N. F., 55. Lief., 1925.
22. *Frei Roman:* Monographie des schweizerischen Deckenschotters. Beitr. zur geol. K. der Schweiz. N. F., 37. Lief., 1912.
23. *Frey Oskar:* Talbildung und glaziale Ablagerungen zwischen Emme und Reuss. N. Denkschr. der Schweiz. Natf. Ges., Bd. XLI, Abh. 2, 1907.
24. *Früh J.:* Geographie der Schweiz, Bd. I, 1930.

25. *Gerber E.:* Der Tunnel des Elektrizitätswerkes Niederried-Kallnach. Mitt. Natf. Ges. Bern, 1912.
26. — Geologisches Profil Thörishaus—Pfeife. Mitt. Natf. Ges. Bern, 1915.
27. — Molasseprofile zwischen Bielersee und Gurnigel. Mitt. Natf. Ges. Bern, 1918.
28. — Einige Querprofile durch das Aaretal mit Berücksichtigung der letzten Bohrungen und Tunnelbauten. Mitt. Natf. Ges. Bern, 1923.
29. — Geologie des Gurnigels. Beitr. zur geol. K. der Schweiz. N. F., L. Lief., 1925.
30. *Gerber Paul:* Morphologische Untersuchungen am Alpenrand zwischen Aare und Sense. (Freiburger Stufenlandschaft.) Mémoires de la Soc. Frib. des Sc. nat., 1927.
31. *Gilliéron V.:* Matériaux pour la Carte géologique de la Suisse. XVIII[e] livraison, Berne, 1885.
32. *Girardin P.:* Le Paysage du Plateau fribourgeois. Mémoires de la Soc. Frib. des Sc. nat., 1927.
33. *Heim Alb.:* Geologie der Schweiz. Bd. I, 1919.
34. *Heim Arnold* und *Hartmann Ad.:* Untersuchungen über die petrolführende Molasse der Schweiz. Beitr. zur Geol. der Schweiz. Geotech. Serie, VI. Lief., 1919.
35. *Jaccard A.:* Description géologique du Jura neuchâtelois, vaudois, etc., et suppléments. Matériaux pour la Carte géol. de la Suisse. 6[e] et 7[e] livraison, 1869, 1870, 1893.
36. *Jayet A.:* Notice sur la plaine de l'Orbe. Bull. de la Soc. vaud. des Sc. nat., 1861.
37. *Lüdi W.:* Geschichte des Grossen Mooses. Vortrag Natf. Ges. Bern, 1932.
38. *Machatschek F.* und *Staub W.:* Morphologische Untersuchungen im Wallis. Eclogae geol. helv., 1927.
39. *Mauve C.:* Geologische Untersuchungen im Molésongebiet. Eclogae geol. helv., 1921.
40. *Mollet Hans:* Geologische Ergebnisse beim Bau der neuen Aarebrücken in Solothurn, ein Beitrag zur Kenntnis des Bodens der Stadt Solothurn. Eclogae geol. helv., 1928.
41. *Mühlberg, F.:* Der Boden von Aarau. 1896.
42. *Mühlberg F.* und *Niggli P.:* Erläuterungen zur geol. Karte des Gebietes Roggen—Born—Boowald. Geol. Karte der Schweiz, 1913.
43. *Nussbaum F.:* Die eiszeitliche Vergletscherung des Saanegebietes. Jahresb. der Geogr. Ges. Bern, 1907.
44. — Ueber die Schotter im Seeland. Mitt. Natf. Ges. Bern, 1907.
45. — Die Täler der Schweizeralpen. Eine geographische Studie. Wissensch. Mitt. Schweiz. Alpinen Museums Bern, 1910.
46. — Das Endmoränengebiet des Rhonegletschers bei Wangen a. A. Mitt. Natf. Ges. Bern, 1912.
47. — Die Landschaften des bernischen Mittellandes. Mitt. Natf. Ges. Bern, 1912.
48. — Ueber den Nachweis von jüngerem Deckenschotter im Mittelland nördlich von Bern. Eclogae geol. helv., 1920.
49. — Das Moränengebiet des diluvialen Aaregletschers zwischen Thun und Bern. Mitt. Natf. Ges. Bern, 1921.

50. — Das Moosseetal, ein diluviales Fluss- und Gletschertal. Mitt. Natf. Ges. Bern, 1926.

51. *Nussbaum F.* und *Aeberhardt B.:* Bericht über die Exkursion der Schweizerischen Geol. Gesellschaft in die diluvialen Schottergebiete der Aare und der Emme. Eclogae geol. helv., 1912.

52. *Ott E.:* Ueber geologische Untersuchungen betr. die Untergrundverhältnisse des Grossen Mooses, speziell der Domäne Witzwil. Mitt. Natf. Ges. Bern, 1924.

53. *Penck A.* und *Brückner E.:* Die Alpen im Eiszeitalter. Bd. II, 1909.

54. *Renevier E.* et *Schardt H.:* Notice explicative de la Feuille XI (2e Ed.) de la Carte géol. de la Suisse, 1910.

55. *Rittener Th.:* Étude géologique de la Côte-aux-Fées et des environs de Ste. Croix et Baulmes. Mat. pour la Carte géol. de la Suisse. VIIIe livr., 1902.

56. *Ritter E.:* Stratigraphie und Tektonik der kohleführenden Molasse zwischen Genfersee und Saanetal. Eclogae geol. helv., 1924.

57. *Rothey P. L.:* La Pleine aventicienne. Diss., Freiburg, 1917.

58. *Ryniker Karl:* Geologie der Seekette zwischen Biel und Ligerz, unter bes. Berücksichtigung der anormalen Lagerstätten in der untern Kreide (sog. Hauterivientaschen). Eclogae geol. helv., 1923.

59. *Schardt H.:* Sur les dunes éoliennes et le terrain glaciaire des environs de Champion et d'Anet. Bull. de la Soc. neuch. des Sc. nat., 1901.

60. — Coupe de la Molasse aquitanienne de la Colline de Marin. Bull. de la Soc. neuch. des Sc. nat., 1901.

61. — Note complémentaire sur l'origine du lac de Neuchâtel et des lacs subjurassiens. Bull. de la Soc. neuch. des Sc. nat., 1905.

62. — Sur la géologie du Mt. Vully. Bull. de la Soc. neuch. des Sc. nat., 1907.

63. — Sur une coupe de la molasse aquitanienne à la Poissine près d'Onnens (Vaud). Bull. de la Soc. neuch. des Sc. nat., 1910.

64. — Sur les cours interglaciaires et préglaciaires de la Sarine dans le Canton de Fribourg. Eclogae geol. helv., 1918/1920.

65. — Geologie in «Die Schweiz». Neuenburg, 1909.

66. *Tercier J.* und *Gagnebin E.:* Excursion dans les Préalpes fribourgeoises. Compte rendu de l'excursion de la Soc. géol. suisse dans les Préalpes frib., les 1, 2, 3 septembre 1926. Eclogae geol. helv., 1926.

67. *Tercier J.:* La Géologie de la Berra. Eclogae geol. helv., 1926/1927.

68. *Gagnebin E.:* Carte géologique des Préalpes entre Montreux et le Moléson et du Mt. Pélerin. Herausg. durch die Geol. Kommission der Schweiz. Natf. Ges., 1922.

69. *Nussbaum F.:* Exkursionskarte von Bern und Umgebung. Masstab 1 : 75,000. 1921.

70. *Ravenstein H.:* Karte der Schweizeralpen. Westl. Blatt, 1 : 250,000. Frankfurt a. M.

71. *Schüle W.:* Hypsometrische Karte der Schweiz. 1 : 1,000,000. Kümmerly & Frey, Bern, 1928.

72. *Ziegler J. M.:* Hypsometrische Karte der Schweiz, 1866.

73. Geologische Karte der Schweiz, von A. Heim und C. Schmidt. 1 : 500,000, 2. Aufl., 1911.

74. Geologische Karte der Schweiz 1 : 100,000:
a) Bl. VII von L. Rollier und E. Kissling, 2. Aufl., 1904;
b) Bl. XI von A. Jaccard, 2. Aufl., 1893;
c) Bl. XII von V. Gilliéron, A. Jaccard, J. Bachmann, 1879;
d) Bl. XVI von A. Jaccard, 1842;
e) Bl. XVII von Favre, Renevier, Ischer, Gerlach, 1882.

75. Topographischer Atlas (T. A.), Blätter Nr.:
121, 124, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 140, 141, 281, 283, 285, 286, 287, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 354, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 435, 438 bis, 439, 440, 454, 455, 456, 457, 464, 465.

Lebenslauf.

1901 in Ersigen geboren, besuchte ich die dortige Primarschule und die Sekundarschulen von Kirchberg und Münchenbuchsee. Von 1917—1921 war ich Schüler des staatlichen Lehrerseminars Bern-Hofwil. Im Sommersemester 1921 studierte ich hauptsächlich die französische Sprache an der Universität Neuenburg und ebenso, nach zweijähriger Tätigkeit als Primarlehrer in Uettligen bei Bern, im Wintersemester 1923/24 an der Universität Dijon. Vom Frühjahr 1924 weg studierte ich während vier Semestern an der philosophischen Fakultät I der Universität Bern und erwarb 1926 das Sekundarlehrerpatent sprachlich-historischer Richtung. Während des Sommers gleichen Jahres durfte ich mich in Nottingham (England) weiteren Studien widmen. Seit Frühjahr 1927 bin ich als Lehrer an der Sekundarschule Bolligen tätig. Die freie Zeit verwandte ich seither zum Studium, und im Jahre 1929 begann ich unter Leitung des Herrn Prof. Dr. Nussbaum mit den Vorarbeiten für die vorliegende Dissertation.

MAX KIENER.